

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ

*Материалы XI Международной научно-практической конференции,
посвященной празднованию 55-летия Сибирского государственного
аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева
(6–10 апреля 2015 г., Красноярск)*

В 2-х томах

Том 1

Электронное издание

Красноярск 2015

© Сибирский государственный аэрокосмический
университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2015

УДК 629.7
ББК 39.5
А43

Редакционная коллегия:

Ю. А. Анищенко, Е. В. Белякова, В. В. Богданов, А. А. Бойко, Л. А. Герасимова,
Г. М. Гринберг, Ю. В. Данильченко, Д. В. Еремеев, Т. Т. Ереско, В. В. Золотарев, И. Н. Карцан,
А. В. Кацура, Е. А. Кустова, А. Г. Кучкин, К. Ю. Лобков, С. Л. Лони́на, М. В. Лукьяненко,
В. И. Лячин, А. В. Медведев, М. Г. Мелкозеров, А. Е. Михеев, А. В. Мурыгин, В. П. Назаров,
Н. В. Никушкин, А. С. Паршин, О. Е. Подвербных, Л. В. Ручкин, В. В. Сафронов, С. И. Сенашов,
Н. А. Сигида, Н. А. Смирнов, А. А. Снежко, О. В. Тасейко, Е. В. Титов, И. В. Трифанов,
М. Н. Фаворская, Н. В. Фомина, Л. А. Фомина, И. Я. Шестаков, В. В. Храпунова (отв. секретарь)

Под общей редакцией

доктора физико-математических наук, профессора Ю. Ю. Логинова

Актуальные проблемы авиации и космонавтики [Электронный ресурс] : материалы
А43 XI Междунар. науч.-практ. конф., посвященной празднованию 55-летия Сиб. гос.
аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева (6–10 апреля 2015 г., Красноярск) :
в 2 т. Т. 1. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 15,4 МБ). – Систем. требования : Internet
Explorer; Acrobat Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата .pdf) /
под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2015. – Режим
доступа: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/nauchnye-meropriyatija/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. – Загл. с экрана.

Представлены результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых специалистов (до 30 лет) высших учебных заведений, НИИ, промышленных предприятий аэрокосмического комплекса России по приоритетным направлениям отраслей науки и производства аэрокосмической техники. Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы разработки и использования современных технологий, показаны результаты исследования по экономическим и социальным проблемам развития современного общества, а также решения в области информационных технологий. Изложены результаты исследования свойств новых композитных материалов, позволяющих уменьшить вес и габариты аэрокосмических изделий. Описаны проблемы и указаны пути их решения в области экологии и обеспечения безопасности полетов, сертификации и управления качеством продукции.

Сборник предназначен для студентов, аспирантов и молодых специалистов.

Информация для пользователя: в программе просмотра навигация осуществляется с помощью панели закладок слева; содержание в файле активное.

В статьях сохранен авторский стиль.

УДК 629.7
ББК 39.5

Подписано к использованию: 29.09.2015. Объем: 15,4 МБ. С 188/15.

Макет и компьютерная верстка Л. В. Звонаревой, А. Е. Ахнашева

Редакционно-издательский отдел Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та.
660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31.
E-mail : rio@sibsau.ru. Тел. (391) 201-50-99.

ОТ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Перед Вами очередной сборник материалов Международной научно-практической конференции «**Актуальные проблемы авиации и космонавтики**», посвященной празднованию 55-летия Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева.

Символично, что конференция проходит в апреле – месяце, когда человек впервые полетел в космос. Она проводится для студентов, аспирантов и молодых специалистов предприятий и организаций аэрокосмической отрасли, высших учебных и научно-исследовательских заведений, дает им возможность представить свои разработки, результаты исследований. Конференция – это замечательная возможность общения высококвалифицированных специалистов с новым кругом будущих ученых и производственников.

В сборнике представлены доклады творческой молодежи, имеющей отношение к авиационной или космической технике – ее проектированию, созданию, решению научных проблем космического машиностроения, системе аэрокосмического образования, макро- и микроэкономическому развитию данного направления, новым подходам к решению социальных и философских вопросов и всех тех, кто хочет посвятить себя космонавтике и авиации. В связи с высоким статусом мероприятия организаторы включили в сборник далеко не все научные сообщения, а наиболее интересные и перспективные, характеризующие направления и глубину проводимых научных исследований молодежи.

Для большинства авторов это первая в жизни серьезная работа, и мы уверены, что она станет хорошей отправной точкой для дальнейшей научной деятельности, расширит и укрепит их контакты в научной среде, а также будет бесценным вкладом в их будущее.

СОДЕРЖАНИЕ

От редакционной коллегии	3
--------------------------------	---

Секция

«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕХАТРОННЫЕ СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Андреев А. С., Шубина К. О., Вольфов Д. Ю., Янковская Н. Ф. Высокоскоростная обработка термопластов	17
Васильева Е. А., Васильев А. К. Силы резания единичным абразивным зерном приторно-абразивной обработке	20
Дорофеева Е. С., Кочкина Г. В. Анализ автоматизированных программ расчета режимов резания при сверлении	23
Зверинцев В. В., Кочкина Г. В., Чураков Д. В., Банщикова М. Н. Анализ шероховатости и дефектов внутренних поверхностей изогнутых волноводов	25
Князева К. Р., Юсковец И. А., Егоров М. В., Кин Д. В. Влияние поверхностной твердости материала на коэффициент обрабатываемости при абразивно-экструзионной обработке	29
Лущикова А. Г., Сибгатуллина В. Ю., Шаповалов В. О., Екимцев Р. Р. Анализ режимов скоростной обработки реактопластов	32
Макеев В. В., Макеев Д. В., Савин Д. И., Карпенюк С. Н. Влияние режимов электроэрозионной прошивки на точность размеров отверстий	34
Савин Д. И., Макеев В. В., Макеев Д. В., Карпенюк С. Н. Исследование поверхностного слоя лопатки турбины после операции электроэрозионной обработки	37
Сысоева Л. П., Саклакова А. Е., Колобовникова Д. И., Галеева В. А. Измерение параметров рабочей среды при абразивно-экструзионной обработке	40
Теряев Н. С., Володин А. Ю. Особенности абразивно-экструзионной обработки труднообрабатываемых сплавов после литья по выплавляемым моделям	43
Янковская Н. Ф., Екимцев Р. Р., Егоров М. В. Испытания изделий при низких критических температурах	46

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»

Алякрецкий Р. В., Зоммер С. А. Разработка технологии нанесения МДО-покрытий для защиты элементов конструкции КА от воздействия плазмы СПД и факторов космического пространства	48
Ачкасов О. Р. Перспективы развития мехатронных систем	51
Бабинова Е. О. Основные особенности миссии Розетта и спускаемого модуля Филы	53
Бабинова Е. О., Становова О. А. О перспективах развития многоразовых космических кораблей	57
Драганюк М. Н. Повышение физико-механических свойств покрытий, нанесенных методом электродуговой металлизации	60
Маханьков В. Г., Маньков М. Г. Проектирование двухступенчатой ракеты-носителя в САД-системе CreoParametric	63
Синяков Д. К. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств	66

Секция

**«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**

Агеева Е. С. Защищенный протокол для передачи данных в спутниковой связи	68
Василенко А. В., Тяпкин И. В. Компенсация многолучевости стационарного навигационного приемника	71
Москалев А. Н., Муратов Д. С. Оценка эфемерид навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС по измерениям межспутниковой радиолинии	74
Царюк А. В., Муратов Д. С. Синхронизация бортовых шкал времени навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС по взаимным межспутниковым измерениям	77
Цыремпилова Н. С., Хавронина Т. Е. Точность измерения навигационных параметров в навигационной аппаратуре потребителя спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС, оснащенной антенной решеткой	80

Секция

**«ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»**

Бакулин Я. Ю., Ярцев Е. Н. Модернизация процесса заключительных вакуумных испытаний ракетного двигателя путем введения элементов автоматизации	83
Васянина А. Ю., Тонких А. А., Савчин Д. А. Реализация принципов преемственности при создании космических ракет-носителей с ЖРД	85
Веселов А. В., Бархатова А. В., Ярцев Е. Н. Модернизация системы измерения тяги на испытательных стендах	87
Головкин Д. Н., Устюгов А. В. Перспективы применения турбовинтовых двигателей на беспилотных летательных аппаратах	89
Гридин С. Н. Особенности работы системы обеспечения теплового режима автоматического космического аппарата	91
Зезюлинский Я. С. Расчет температуры на поверхности фрикционного контакта ведущего пояска с каналом ствола артиллерийской установки	93
Злобина Е. А., Колегов Р. М. Основные методы повышения удельного импульса маршевых ЖРД ракет-носителей тяжёлого класса	96
Останина Н. Г., Бредихин С. Г. Теоретические основы анализа стабильности и обеспечение надежности ЖРД	98
Тележенко Д. Р. Начальные условия к расчету течения в цилиндрической полости вращения центробежных насосов ЖРД	100
Тимошева М. А. Методы уменьшения импульса последействия	103
Торгашин А. С., Леонгард А. Ю., Бегиев А. М. Применение технологий 3D-печати в ракетостроительной промышленности	105
Торгашин А. С., Леонгард А. Ю., Черепяхин В. Е. Программное обеспечение термодинамического расчета	107
Устюгов А. В., Возиков Т. А. Методик нисходящего проектирования на производстве	109
Чувашова Н. Применение тепломагнитной конвекции в топливной системе ракетных двигателей	111
Швецова Д. С., Королёва Т. А. Основные конфигурации вращательных каверн турбонасосного агрегата ЖРД	114

Ширнин А. П., Лукишин А. М. Анализ перспективных конструкций двигательных установок космических аппаратов	117
Ярцев Е. Н., Бакулин Я. Ю., Бархатова А. В. Возможности автоматизации технологического процесса сборки ракетного двигателя	119

Секция

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
В МАШИНАХ И АППАРАТАХ»**

Булов А. О., Топоев Д. А. Расчет теплового излучения в условиях открытого космоса и анализ способов расчета	122
Делков А. В., Ходенков А. А., Топоев Д. А., Булов А. О. Численная оценка эффективности секции радиатора-излучателя системы терморегулирования	125
Мамедли Р. Р. Холодильные машины стирлинга как перспективное направление в холодильной технике	128

Секция

«МЕХАНИКА КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Ашейчик А. А., Полонский В. Л. Стенд и методика для испытаний материалов на устойчивость к взрывной декомпрессии	130
Ашейчик А. А., Полонский В. Л. Экспериментальное определение энергии активации эластомеров	133
Баляков Д. Ф., Егоров Д. В., Мироненко Е. Д., Шатов А. В. Моделирование микровибраций в космическом аппарате	136
Большаков М. А., Ерошенко П. Е. Вывод конечно-разностных уравнений равновесия для изгибаемой пластины на контуре, свободном от закрепления	139
Гришин А. А. Распределение нагрузки между телами качения кольцевого токосъемного устройства	141
Дорофеева Е. С., Литвиненко Д. С. Касательные напряжения в верхней точке стенки изгибаемого двутавра	144
Климовский Д. А. Выбор программы изменения угла тангажа ракеты-носителя с воздушным стартом	147
Мирзаев Р. А. Механизм качания контррефлектора для конического сканирования	150
Рабецкая О. И., Митяев А. Е., Шаронов А. А. Работа подшипников скольжения и качения с учетом ультрадисперсных порошков	153
Сабиров Р. А. Разработка учебно-проектировочного задания для магистрантов и специалистов аэрокосмических специальностей по динамике стержневых систем	155
Фисенко Е. Н. Устойчивость трехслойной цилиндрической оболочки с закрепленными краями, нагруженной внешним давлением	158
Юдина З. А. Особенности конечно-разностных уравнений равновесия в свободных от закреплений углах изгибаемой пластины	160

Секция

«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Драганюк О. Н. Расчет гетерогенных материалов радиационной защиты с помощью пакета программ Erhca	163
Зайкова К. Н. Нанолокальная зарядовая литография в системе Ge/Si	166
Королев Е. В. Исследование топографии солнечных элементов методом атомно-силовой микроскопии	169
Лапухин Е. Г. Коллимация лазерного пучка в спутниковых лазерных дальномерах	172
Ломан В. А. Исследование влияния ударно-волнового нагружения на физико-механические свойства стали 110Г13л	174
Масюгин А. Н. Исследование электрофизических и структурных параметров кремния на различных этапах создания солнечных элементов	177
Силантьева В. А. Исследование изменения с течением времени морфологии поверхности структур GESI с помощью сканирующей зондовой микроскопии	180
Хребтова М. С. К вопросу о соединении кольцевой заготовки на корпусе	182
Чесноков Е. Я., Задонская В. С. Методика определения длины свободного пробега электронов в порошковых материалах	185
Шпилькина О. Н. Отражение и преломление упругих волн на границе раздела пьезоэлектрических кристаллов при воздействии одноосного механического давления	188

Секция

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИН И РОБОТОТЕХНИКА»

Бабинова Е. О. Современное состояние исследований разрушения деталей машин по причине малоциклового усталости	190
Дорофеева Е. С. Устройство для определения демпфирующих свойств элементов трансмиссии	193
Ереско А. С. Исследование и оптимизация гидросистемы гидропривода контейнеровоза-перегрузателя	196
Ереско В. С. Автоматизация расчетов параметров полимерных уплотнений	199
Ереско А. С. Совершенствование гидросистемы фронтального погрузчика	202
Иванченко С. С. Контактное взаимодействие зубчатых колес цилиндрического редуктора	205
Кузнецов В. В. Устройство удержания и освобождения подвижных элементов конструкции космического аппарата с пониженным ударным воздействием	208
Кукушкин Е. В., Ереско Т. Т. Новая конструкция карданного шарнира	211
Ортман А. С. Особенности проектирования технологических машин для разработки мерзлых грунтов	214
Павлова О. А. Проектирование планетарно-шариковых передач	217
Пономарев С. И. Автоматизация технологии изготовления узлов аэрокосмического производства	220
Фадеев А. А. Исследование электродинамического линейного привода в ударно-импульсном режиме	223
Хахалин М. Н., Кудрявцев В. А. Оценка влияния демпфирующих элементов на динамику гидромеханического привода	226
Хоменко И. И., Раводина Д. В. Увеличение срока службы узлов (деталей) машиностроительного оборудования	229

Секция

«ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Беляев Б. А., Ходенков С. А., Ефремова С. В., Храпунова В. В. Микрополосковый двухполосный полосно-пропускающий фильтр на основе 2-d фотонного кристалла размерностью 3×2	231
Бурдуковская Н. Н. Современные технологии передачи данных в спутниковых сетях связи	234
Васильева Е. А. Электрохимическая очистка воды от ионов металлов с использованием диафрагмы	237
Гриц В. И., Дубовой Т. В. Ионисторы	240
Евдакова А. А., Найденко О. О. Использование торсионных полей для очистки воды	242
Могильников Э. В. Методы удаления заусенцев на деталях летательных аппаратов	245
Селиванова С. П. Анализ факторов влияющих на качество радиосвязи при распространении радиоволн в нестационарной диспергирующей анизотропной среде	247
Селиванова С. П. Повышение качества радиосвязи в КВ-диапазоне	250
Ходенков С. А., Беляев Б. А., Храпунова В. В., Ефремова С. В. Полосно-пропускающие фильтры на основе фотонных кристаллов	253

Секция

«СВАРКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И РОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Кочергин Д. А., Тюдешев В. С. Теоретические основы генерации бесконтактных ультразвуковых колебаний электронным лучом в твердых телах	256
Линдт Е. В., Мужикбаев А. С. Пластические деформации металла при точечной контактной сварке	259
Линдт Е. В., Чебурашкин С. А. Математическая модель сварного соединения из разнородных металлов при электронно-лучевой сварке	261
Марусенко К. П., Подрезов Н. В. Повышение качества сварных соединений фторопласта-4 с металлами	264
Мужикбаев А. С., Скворцов М. П. Анализ бесконтактных ультразвуковых способов контроля сварных соединений	266
Папуша А. Г. Гибридные технологии сварки. Особенности и преимущества	269
Тюдешев В. С., Кочергин Д. А., Подрезов Н. В. Искривление деталей при их сближении в процессе точечной сварки	272
Чебурашкин С. А., Скворцов М. П. Проковка зоны формирования соединения при точечной контактной сварке	274

Секция

«АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

Бабич С. А., Костюков А. С., Зуев Д. М. Разработка имитатора магнитного поля стенда для полунатурного тестирования работы системы ориентации сверхмалых космических аппаратов класса Cubesat	276
Зорин А. Н., Горяшин Н. Н. Анализ статических потерь в резонансном контуре повышающего преобразователя с переключением при нулевых токах	279

Куницын Р. И., Казарин А. О., Штабель Н. В. Экспериментальное исследование устройства защитного отключения постоянного тока	281
Лобанов Д. К., Копылов Е. А., Федченко А. С. Нагрузочное устройство рекуперативного типа, с улучшенными свойствами, для испытаний энергосистем космических аппаратов	284
Мацук Н. В. Двухнаправленный импульсный преобразователь напряжения для имитатора аккумуляторной батареи	287
Пойманов Д. Н., Ткачёв С. Б., Балакирев Р. В., Штабель Н. В. Экспериментальные исследования имитационного комплекса для электрических испытаний электротехнических систем космических аппаратов	290

Секция

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ
И АНАЛИЗА ДАННЫХ»

Ахмедова Ш. А. Коллективный бионический алгоритм решения задач многокритериальной оптимизации	293
Браништи В. В. Введение пространства $L_{2,w}$ при построении проекционной оценки плотности вероятности	296
Булов А. О. Нелокальная обратная задача для параболического интегро-дифференциального уравнения Фредгольма с вырожденным ядром	299
Дресвянский Д. В. Эффективность методов интеллектуального анализа данных при распознавании спама	302
Жиратков Д. Н. О нейросетевых моделях в управлении запасами	305
Заболотникова О. А. О непараметрическом управлении динамическими объектами	308
Звонков В. Б. Генетические алгоритмы применительно к управлению космическим аппаратом	311
Иванов И. А. Эволюционный подход к проблеме отбора признаков в задаче распознавания эмоций	314
Камшилова Ю. А. Применение интеллектуальных информационных технологий в задаче прогнозирования солнечной энергии	316
Карасева Т. С. Сравнение эффективности методов интеллектуального анализа данных при диагностике кардиалгии	319
Корнеева А. А., Корнет М. Е. О проблеме адаптивного управления последовательностью технологических объектов	322
Кузнецов П. А. Опасные отказы в многофункциональных системах	325
Кузьмич Р. И. Эвристики и критерии для формирования логических закономерностей в данных	328
Куприн А. Г. Об исследовании непараметрического алгоритма дуального управления динамическим объектом	331
Кушнарева Т. В. Автоматизированное формирование деревьев принятия решения для прогнозирования побочных эффектов при лечении эпилепсии	334
Ломаев Ю. С. Шумоподавление при обработке спектроскопических данных	337
Лосева Е. Д. Ансамбли нейросетевых моделей с применением многокритериального самоконфигурируемого эволюционного алгоритма	340
Лоскутова А. Г. Смешанная задача для нелинейного интегро-дифференциального уравнения гиперболического типа с вырожденным ядром	343
Мамонтов Д. Ю. Исследование эффективности интеллектуальных методов анализа данных в задаче классификации повреждений стальных листов	347

Мангалова Е. С., Мангалова М. С. Об одном алгоритме построения ансамбля непараметрических оценок регрессий	350
Овсяников С. М. Об одном приложении интегральных уравнений Вольтерра с максимумами в задачах управления экономическим процессом	352
Огрызкова Н. Н. Об оптимизации процессов формирования управленческой отчетности	355
Подольский И. В. Разработка электронного репетитора по векторной алгебре	357
Полонская Я. С. Эффективность методов интеллектуального анализа данных при распознавании типа радарных сигналов, возвращаемых от ионосферы	359
Полякова А. С. Эффективность методов интеллектуального анализа данных при решении задачи прогнозирования	362
Попов А. Д. Проблема испытаний электронной компонентной базы космического применения	365
Скорород А. В. Об эффективности методов интеллектуального анализа данных при классификации типов стекла по его химическому составу	368
Солодова О. В. Интегральные уравнения Вольтерра с вырожденным ядром	371
Туева Е. В., Смирнов О. О., Крючкова О. П. Модификация метода DEA для оценки перерабатывающих предприятий	375
Федотов Д. В. Использование сверточных нейронных сетей для решения задачи автоматического определения возраста	377

Секция

«ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Андреева К. А., Шайдуров Р. С. Применение нейронной сети Кохонена для классификации web-страниц информационно-поисковой системой сайтов	380
Баженов А. С. Реализация справочного онлайн сервиса службы заказа такси	382
Бастрикин Д. А. Проектирование онлайн аудио-конвертера	385
Болдырев К. М., Лаптева М. А. Система детектирование парковочных мест на закрытой автопарковке	389
Достова А. А. Анализ существующих подходов к обработке снимков глазного дна	392
Дьяконов А. В. О современных тенденциях хранения данных в документо-ориентированных СУБД	394
Иванов А. Н. Разработка аналитической системы обработки данных пролеченных лиц в стационарах города Красноярск	397
Кожомбаева А. Т. Реализация программного комплекса проведения инвентаризации с использованием мобильных устройств	400
Кожомбаева А. Т., Щетилов А. В. Анализ технологий взаимодействия мобильных приложений с веб-сервисами	403
Колмыков С. Н. Сравнительный анализ возможностей систем управления вузом по разработке учебно-методических комплексов дисциплин	406
Лаптева М. А., Болдырев К. М. Система детектирование людей по видеопоследовательности	409
Морозов Г. А. Мультимедиа поддержка внедрения гидропневматического аэратора на территории Красноярского края	412
Орешкина Е. И. Классификация методов нанесения цифровых водяных знаков	414
Савельев А. С. Сплайн аппроксимация изображения дорожной разметки	416
Сапрыкина М. М. Функциональные особенности систем управления вузами	419
Степурко К. В., Абдугалимова Е. Г. Предварительная обработка видеопоследовательности в режиме реального времени для задачи сегментации кожи	421

Тарелов Н. А. Система сегментации и кластеризации ландшафтных изображений	423
Таскаева А. А. Разработка web-приложения для формирования заявки в компании ООО «Руспромком»	427
Ткачева А. А. Сегментация исходного облака точек лиственной массы lidar-данных на отдельные облака деревьев	429
Томилина А. И. Сегментация изображений на основе JSEG-алгоритма	432
Фомина В. В., Бастрикин Д. А. Варианты организации обмена данными между «1С:Предприятие» и сторонними приложениями	435
Шайдуров Р. С., Андреева К. А. Проблемы реализации экспертной системы в информационном портале для автомобилистов	438

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ»

Адмакин В. В. Новые технологии создания источника питания постоянного тока	440
Бердников А. О. Совершенствование системы материального стимулирования на предприятии	443
Володенков А. Д., Егоров Н. О., Тананыкин С. В. Разработка автоматизированной системы для изготовления печатных плат	445
Дятлов А. К. Интеграция системы управления содержимым с WCF-сервисами	447
Егоров Н. О., Володенков А. Д., Рыбаков С. И. Оценка эффективности систем слежения за автотранспортом	450
Жуковская И. В., Щелканов С. К., Балышова Н. В. Система оперативного управления производственной деятельностью цехов предприятий РКТ	452
Климец Ю. В., Липинский Л. В., Свиридова А. С. Анализ интеллектуальных агентов: структура, принцип работы, область применения	454
Кочетков Е. К. Структура управления линией гальваники	456
Кочетков Е. К., Савин Н. Г. Выбор микроконтроллера для технологических систем	459
Липатов Р. В., Лаптенко П. В., Меньщиков Е. Ю. Оптимизация системы слежения за стыком при электронно-лучевой сварке	462
Луганская А. Г. Проектирование системы планирования закупок на предприятии	465
Ногаев А. А. Разработка системного программного обеспечения связи базы данных с объектом управления на основе протокола Modbus	467
Рыбаков С. И., Тананыкин С. В., Егоров Н. О. Обнаружение БДГ фазы сна	469
Савин Н. Г. Структура системы управления хранения компонентов пенополиуретана	471
Свиридова А. С., Эмилова О. А., Климец Ю. В. Анализ современных методологий разработки сложных программных проектов	474
Сысоев Е. А. Проблемы контроля расхода порошковой краски на линии Eisenmann в режиме реального времени	476
Тананыкин С. В., Рыбаков С. И., Володенков А. Д. Отслеживание положения общественного транспорта в реальном времени	479
Эмилова О. А., Свиридова А. С. Структура информационной системы «Наука» в АСУ «Паллада»	482

Секция

«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ»

Волошин Б. В. Об особенностях построения системы управления информационной безопасностью автоматизированной системы	485
Голеусов Я. А. О формировании эталонного вектора биометрических характеристик при аутентификации пользователей по динамике нажатия клавиш	488
Калачев Д. В. О модели системы управления метаданными инцидентов информационной безопасности	491
Карцан Р. В. Беспроводной канал передачи информации, и ее защита	494
Коромыслов Н. А. О предварительном анализе параметров для обнаружения инцидентов информационной безопасности в системах со многими параметрами	497
Пятков А. Г. Методы анализа надёжности космических аппаратов	500
Саламатова Т. А. О применении алгоритмов искусственного интеллекта в системах обнаружения вторжений	503
Соколов М. М. Проблемы применения методов адаптации для формирования корректирующих мероприятий в системах прецедентного анализа инцидентов информационной безопасности	506

Секция

«ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Баранкова М. В., Скопылатова О. А. Чипизация населения	508
Батракина И. В. Способы выявления и анализа защищенности компьютерных сетей	511
Безъязыкова Н. А., Яковлева М. С. Насыщенные интернет-приложения	514
Белогова М. М. Эконометрический анализ цен на молоко	517
Бибик С. А., Махлайд И. А. Автоматизация информационных процессов предприятия, как средство повышения эффективности его деятельности	520
Борисова А. Н. Технология Web-mining	523
Братчикова О. М. Преимущество многоадресной технологии Ipmulticast по сравнению с традиционной технологией ip-адресации (unicast)	525
Буриченко Т. Г. Nrhavenondemand для обработки больших объемов данных на основе облака Nrhelion	527
Васильева В. В. Нейрокомпьютерный интерфейс	529
Вайда О. В., Савкина Т. А. Улучшение эффективности деятельности фирмы при внедрении системы «1С:Предприятие»	531
Валеева Д. Х., Решетова Т. В. Преимущества использования корпоративной информационной системы «1С:Предприятие» на примере торговой организации	533
Волкова С. И. Прогнозирование выручки ресторанов типа фаст-фуд с помощью информационных технологий	535
Воробьева Л. Е., Мерцалов Н. С. Использование платформы «1С:Предприятие» для автоматизации систем учета и баз данных в страховой компании	537
Воронова М. В., Титова К. М. Моделирование стоимости квартир в г. Красноярске	539
Гершевич Е. К. Использование технологий биометрической направленности в качестве главного способа защиты данных	541
Губанова О. Ю. Сравнение CRM-системы в Альфа-банке и БИН-банке	543
Девайкина Т. А. Проблемы внедрения СЭД и их решения	546

Дедюрина О. В., Банова В. С., Киселева Д. С. Анализ предложения квартир на рынке недвижимости в Красноярске в 2011 году	549
Дибина Е. В., Корнющенко Е. В. Автоматизация бизнес-процессов на платформе «1С:Предприятие»	552
Елизарьева Т. А., Лаврентьева Е. А. Особенности ведения электронного бизнеса в современных условиях	555
Елистратова А. А., Коршакевич И. С. Технологии 3D-печати: преимущества и недостатки	557
Ерохин А. Е. Анализ цен на нефть на ванкорском месторождении	560
Ибрагимов М. Х. Анализ средних цен на карамель	563
Иванова К. А. Технология пассивных оптических сетей Pon	565
Кабанова В. А. Эконометрический анализ размера учетной ставки ЦБРФ	567
Кадач А. А., Бондаренко С. С. Автоматизация системы учета как основа эффективности деятельности предприятия сферы услуг	570
Короткова А. В., Титов А. С. Современные способы лицензирования и взлома ПО	573
Лиференко А. В. О задачах применения web-mining	575
Мазитова О. В. Взлом банкоматов: методы атаки и способы защиты	577
Макарова А. О. Оптимизация it-затрат	580
Маташова А. Е. Анализ цен на бензин в штате Флорида	582
Митраков А. Е., Яковлев М. Н. Моделирование стоимости квартир в жилом районе Красноярска	585
Мищенко А. Н. Преимущества и недостатки применения информационных технологий в общеобразовательной школе	587
Никитина Ю. В. Современные технологии мобильного банкинга	590
Новикова Т. И., Толстикова Ю. А. Особенности и преимущества платформы «1С:Предприятие»	592
Образцова В. С., Кукарцев В. В. Средство web-разработки Osgwebshop	594
Пацук Е. Б., Коршакевич И. С., Елистратова А. А. Моделирование стоимости квартир в г. Красноярске в 2012 г.	597
Плотко К. О. Анализ современных языков программирования	600
Расторгуева Е. А. Интернет-технологии будущего от HTTP к HTTP2	603
Рукосуева С. Ю. Динамика цен на пшеничную муку в Красноярском крае	606
Савченко Л. М. Защита информации	608
Савченко Л. М. DataMining и области его применения	611
Савченко Л. М., Юзаева А. Г. Моделирование безработицы в штате Алабама	614
Сафонов М. С. Совершенствование инструментов управления эффективности реализации и переработки металлолома в СФО	616
Сдельникова А. А., Шкирандо В. С. Виртуальная реальность	618
Скутина Ю. В. Этюд на тему промышленной эволюции	621
Тарасова Я. Р. Развитие технологий в области грузоперевозок на железнодорожном транспорте	623
Фомкина Е. С. Использование wms-систем в организации складской логистики	625
Хлупичев В. А. Технологии DataMining для решения задач бизнеса	627
Цыро Ф. С. Анализ цен на алюминий в 2013 г.	629
Шинкаренко Е. В. Служба технической поддержки Servicedesk	632
Штанговец Е. С., Зальцман Е. Г. Оценка экономической эффективности внедрения программных продуктов «1С» на предприятии	634
Юзаева А. Г. Облачные технологии как неотъемлемая часть бизнеса	637

Юзаева А. Г. Проблемы безопасности облачных вычислений	639
Юрьева Ю. М. Облачные редакторы документов	642

Секция

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ И НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ»

Вшивков Ю. Ф., Галушко Е. А. Математическая модель аэродинамики экраноплана в случае нестационарного обтекания на основе Ansys	644
Вшивков Ю. Ф., Гусельников Д. А., Шелков Н. А. Оценка возможности создания экраноплана с высокими несущими свойствами с учетом анализа эффективности органов управления	646
Галушко Е. А., Гусельников Д. А. Анализ движения экраноплана с учетом модели подстилающей поверхности сложной формы	649
Герашенко В. В., Пономарёв А. В. Двигатель НК-93 как новый рубеж развития авиации	652
Никитевич Н. В., Ромушкин А. Ю. Перспективы развития сверхзвуковых самолетов	654
Никитевич Н. В., Калашников А. А., Турчанов А. М., Миронова В. А. Рабочие процессы резонансных пульсирующих детонационных двигателей	657
Орлов А. Р., Миягашева В. А., Чащин Д. В. Двигатель ПС-90А, его применение и развитие	659
Пономарёв А. В., Герашенко В. В. Дирижабли: перспективы их развития	661
Рыбков А. В. Анализ оценки работы представителей завода по продлению ресурса планера в отрыве от предприятия	663
Семенов А. А., Пчелин И. Л. К вопросу о применении теории безопасности в гражданской авиации	665
Телегин Д. В., Фомин Л. В. Человеческий фактор в техническом обслуживании воздушных судов	668
Турчанов А. М. Использование функции распределения в определении надёжности эксплуатации технических изделий	671
Фурманова Е. А. К вопросу об использовании теоремы умножения вероятностей в расчетах безотказности систем	673
Шинкоренко Р. И. Исследование изменения надежности систем методами имитационного моделирования	676

Секция

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОСИСТЕМ И АВИАНИКИ»

Алешечкин А. М. Определение угловой ориентации объектов по приращениям фазовых сдвигов сигналов космических аппаратов спутниковой радионавигационной системы	679
Антипин В. А. Проблемы обеспечения безопасности ГА	682
Бологова О. В. Система «человек–машина»	684
Герасимова Д. С., Савина М. Г., Гейман В. Н. Обновление и продление ресурсов авиационной техники	686
Герасимова Д. С. Оптимизация оперативного технического контроля состояния ВС на основе теории массового обслуживания	689

Горбунов Э. В., Лукасов В. В. Использование композитов при производстве и эксплуатации воздушных судов	692
Григорьевская А. О., Кайданович М. Л. Погрешности радиовысотомера малых высот	694
Громова А. А. Анализ характеристик повреждений, определяющих усталостную долговечность элементов конструкции	697
Громова А. А. Повышение долговечности элементов конструкции на этапах проектирования и изготовления летательных аппаратов	699
Леонтьева К. А. Разработка методов решения навигационных задач в условиях отсутствия наземного навигационного обеспечения	701
Логинов А. А., Хван А. А. Актуальность использования беспилотных летательных аппаратов	704
Майнашева С. О. Стандартный радиомаяк типа Vot	706
Мащенко С. Е. Специальные синхронные машины. Влияние конструкции машин на характеристики	709
Мусин Р. М., Егоров В. В., Егоров Д. С. Исследование системы электроснабжения самолета Cessna 172s	711
Парпуц А. А., Панкеев Е. С. Вибрационные испытания конструкций летательных аппаратов	714
Стаценко Н. И. Глобальный план обеспечения безопасности полетов	716
Степина Е. А., Максименко Е. А. Разработка общих принципов формирования методов повышения экономичности полета ВС ГА путём экономии авиатоплива	718
Строков Д. Е. Специальные типы трансформаторов	721
Туговиков Е. А., Сенько А. Л. Бортовые средства объективного контроля	723
Феоктистов Д. С., Алешечкин А. М. Совершенствование аппаратной части и программного обеспечения приемопередатчиков «Крабик-БМ»	725
Фирер П. О., Шинкевич С. М. Разработка методов и способов оперативного обновления аэронавигационных баз данных	727
Шемелев Е. Д., Трушин М. А. Исследование работы синхронных машин при различных режимах работы	730
Шемелев Е. Д., Трушин М. А. Разработка бортового, цифрового устройства измерения наклонной дальности	732
Юдин В. В., Гейман В. Н. Проблема поиска неисправности на воздушном судне Cessna 208b	734

Секция

«ЭКОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Гапенко П. С. Влияние омагничивания на процесс коррозии металлов	736
Гапенко П. С., Щеглова А. С., Межова Ю. В. Биотестирование зимних осадков на территории красноярской урбоэкосистемы	739
Кондинский Р. В., Юркевич А. А. Российский и международный опыт биологической очистки почв от нефтезагрязнений	742
Кочергина Д. О. Оценка биотоксичности твердых осадков отдельных промзон	744
Леонтьева К. А., Огородникова Ю. В. Моющие средства и экологическая безопасность	746
Майнашева С. О. Биомониторинг плодов сибирской яблони на территории Красноярской урбоэкосистемы	749

Никитевич Н. В., Калашников А. А., Турчанов А. М. Сравнение методов расчета эмиссии авиационных двигателей	751
Павлюк П. А., Петров В. Д., Кадуцкий А. А. Биоиндикация атмосферных загрязнений отдельных районов г. Красноярска	754
Пен Т. В., Бурдина Е. В. Моделирование рынка труда в ИТ-отрасли	756
Петровская Ю. А., Петровская Е. А. Размещение пунктов мониторинга автотранспортных загрязнений	759
Стаценко Н. И., Антипин В. А. Расчет валового выброса продуктов горения нефти и нефтепродуктов	762
Шумилина Я. Е., Шевнина Ю. М. Сладкая жизнь: миф и реальность	765
Экземплярский Н. С. Влияние химических веществ на организм человека и их гигиеническое нормирование	767
Ярв И. В. Продвижение экологического туризма в Красноярском крае. Проблемы и пути их решения	769
Ярв И. В. «Зеленый маркетинг», или как рекламировать экобренд	772

УДК 621.9.06.091:531.3

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ОБРАБОТКА ТЕРМОПЛАСТОВ

А. С. Андреев, К. О. Шубина, Д. Ю. Вольфов, Н. Ф. Янковская
Научный руководитель – Ю. А. Филиппов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sibsau-tms@mail.ru

Рассмотрены локальные проблемы освоения высоких технологий механической обработки термопластов, высокомолекулярных полимеров с длинными цепями макромолекул с целью повышения эффективности процесса механической обработки на принципах Тагучи в условиях прецизионности.

Ключевые слова: высокоскоростная обработка, термопласт, процесс резания, прогрессивные режимы резания.

HIGH-SPEED PROCESSING OF THERMOPLASTICS

A. S. Andreev, K. O. Shubina, D. Y. Wolfov, N. F. Yankovskaya
Scientific supervisors – Y. A. Filippov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sibsau-tms@mail.ru

The local problems of development of high-tech machining thermoplastics that are, high molecular weight polymers with long macromolecules chains to increase the efficiency of the precision machining process by Taguchy principles are considered.

Keywords: high-speed processing, thermoplastic, cutting process, progressive cutting conditions.

В последние годы все активнее внедряются процессы, основанные на высокой технологии, особенно на операциях механической обработки заготовок со стружкообразованием. При этом процессы формообразования производятся в технологических машинах, характеризующихся высокими частотами вращения режущего инструмента, увеличенной мощностью приводов механизмов резания и подачи в условиях высокой повторяемости. Развитие прогрессивных режимов обработки заготовок в производстве авиационно-космической техники сопровождается с действиями, связанными со снижением вибрационных и шумовых характеристик, как средств технологического оснащения, так и зоны обслуживания и комфортности работы оператора.

Особенностью физико-механических свойств современных термопластов является наличие в них линейной молекулярной структуры с простыми повторяющимися длинными звеньями. При этом в макромолекуле между атомами действуют ковалентные связи с энергией порядка 450–500 кДж/моль, а между макромолекулами термопласта действуют силы Ван-дер-Ваальса с энергией 8–10 кДж/моль, которые характеризуют его обрабатываемость. Такие особенности структуры термопласта позволяют также применять скоростные технологии механической обработки при формообразовании контура детали в условиях прецизионности, одного из факторов и требований современной культуры производства.

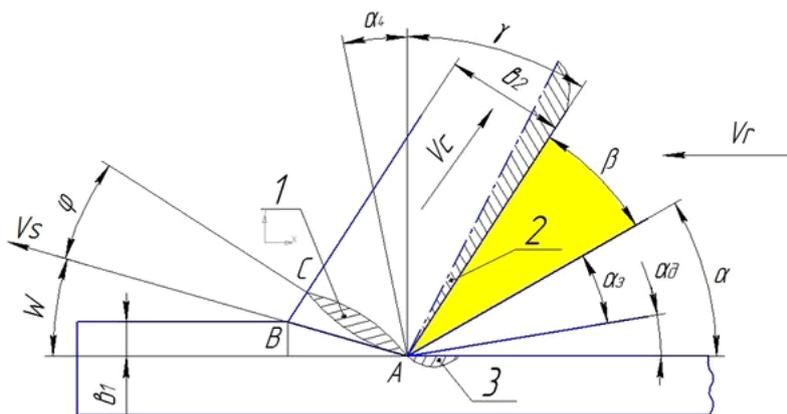


Рис. 1. Модель процесса стружкообразования при элементарном резании поверхности отклика:

φ – угол сдвига; w – угол скола; γ – угол передний; β – угол заострения; α – угол задний; α_d – угол движения задний; α_3 – угол зазора задний; b_1 – толщина среза; b_2 – толщина стружки; V_r – скорость резания; V_c – скорость стружки; V_s – скорость сдвига; 1 – зона начала деформации и сдвига; 2 – зона вторичной деформации по плоскости передней грани; 3 – зона упругой деформации задней грани режущего инструмента и обработанной поверхности детали

При скоростном резании термопластов ярко проявляется динамика изменения заднего угла вследствие вариации угла движения, анализируемой функцией

$$\alpha_d = \arctg V_s/V_r, \tag{1}$$

где V_s , V_r – скорость соответственно подачи (сдвига) и резания, м/с.

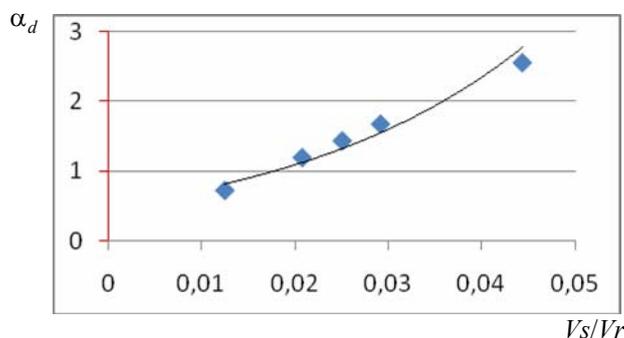


Рис. 2. Функция отклика угла движения

Графическая модель вариации угла движения отображает характер изменения в зависимости от соотношения скоростей назначаемых при разработке технологического процесса механической обработки термопласта. Функция аппроксимации имеет вид

$$y = 0,5054 e^{38,367 V_s/V_r}. \tag{2}$$

В сфере научных исследований широко обсуждается новая теория резания, предложенная российской школой резания материалов [1] американской [2]. Кроме этого, существуют и другие подходы к процессу резания материалов различной природы, в частности пластмасс. Разбирая процесс в упрощенном виде, внедрении лезвия клинового резца в материал можно заметить наличие и проявления зоны сдвига срезаемого слоя и зоны скола удаляемого массива, в которых действуют напряжения Бюргерса с остаточной деформацией в момент завершения отделения молекул лезвием с созданием очагов разно заряженных молекул массива стружки и основного материала.

Образование стружки, её перемещение по передней грани резца, а также скольжение обработанной поверхности вдоль задней грани резца приводит к усилению акустической эмиссии [3]. В этих участках наблюдаются зоны скольжения и пластической деформации.

В зоне 1 начало врезания лезвия режущего инструмента в материал заготовки имеет вязкие признаки массива, далее внедрение резца описывается законом упруго-вязкого тела, а в зоне разрушения молекулярных связей заготовки проявляются главные признаки стандартного упруго-эластичного тела. После завершения операции механической обработки, напряжения, вызванные процессом резания, снижаются до исходного уровня.

По результату рассмотрения процесса резания термопластов можно предложить:

- скорость резания ниже 40 м/с устраняет прижоги, возникающие от сил трения затылка об обработанную поверхность детали;
- значение повторяемости исходных параметров СТО характеризует априорную точность обработки.

Библиографические ссылки

1. Воронцов А. Л., Султан-заде Н. М., Албагачиев А. Ю. Новая теория резания : справочник // Инженерный журнал. 2007. № 9. Приложение.
2. Кеннати-Асибу Д. Количественные соотношения для акустической эмиссии при ортогональном резании металлов // Конструирование и технология машиностроения ASME. 1981. № 3. С. 152–163.
3. Раменская Е. В., Филиппов Ю. А., Латюк Д. В. Вибрация и прецизионность обработки деталей // Вестник СибГАУ. 2014. Вып. 4(56). С. 243–247.

© Андреев А. С., Шубина К. О., Вольфов Д. Ю., Янковская Н. Ф., 2015

УДК 621.923.9

СИЛЫ РЕЗАНИЯ ЕДИНИЧНЫМ АБРАЗИВНЫМ ЗЕРНОМ ПРИ РОТОРНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ

Е. А. Васильева, А. К. Васильев
Научный руководитель – С. К. Сысоев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: vasilieva-tms@mail.ru

Рассмотрена возможность использования роторно-абразивной обработки для формирования направленной шероховатости внутренних поверхностей улиток насосов.

Ключевые слова: абразивная обработка, шероховатость, роторно-абразивная обработка, абразивное зерно, улитка, турбонасосный агрегат.

CUTTING FORCES SINGLE ABRASIVE GRAIN AT ROTOR AND ABRASIVE PROCESSING OF THE SNAIL OF TNA

Е. А. Vasilyeva, A. K. Vasilyev
Scientific supervisors – S. K. Sysyoev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: vasilieva-tms@mail.ru

Possibility of use of rotor and abrasive processing for formation of the directed roughness of internal surfaces of snails of pumps is considered.

Keywords: abrasive processing, roughness, rotor and abrasive processing, abrasive grain, snail, turbo-pump unit.

В турбонасосных агрегатах широко используют сложнопрофильные геометрические элементы, формирующие внутренние поверхности улиток. Эти поверхности, как правило, формируют высокоскоростной гидравлический поток и должны иметь шероховатость $R_a \leq 0,8$ мкм и направленность ее по потоку. Окончательное формирование шероховатости поверхности улиток после литья по выплавляемым моделям осуществляется виброобработкой в абразивной среде либо фрезерованием на станках с ЧПУ. После виброобработки шероховатость практически мало изменяется, а после чистового фрезерования – не менее $R_a 6,3$ мкм. Таким образом, существующими технологическими методами задачу обеспечения заданной шероховатости в улитках выполнить трудно.

Предложенный нами в предыдущих статьях [1] новый способ роторно-абразивной обработки заключается в том, что в рабочей камере с обрабатывающей абразивной средой вращается ротор относительно обрабатываемой поверхности по схеме, показанной на рисунке.

Особенностью роторной обработки является большая площадь контакта абразивных зерен, незначительная величина давления и малые скорости резания, при которых достигается высокая производительность и уменьшение гребешков шероховатости, оставшейся от предыдущей обработки.

Задача исследования процесса роторно-абразивной обработки в сущности сводится к определению уровня сил в зоне контакта с поверхностью обработки при различных условиях взаимодействия единичного абразивного зерна с поверхностью. В функциональном выражении зависимость изменения шероховатости поверхности от основных факторов можно записать в виде

$$\Delta R = f(HB, V_a, K_a, K_{\text{пав}}, V, b, Y),$$

где HB – поверхностная твердость обрабатываемого материала; V_a – величина абразивного зерна; K_a – количество абразива в рабочей смеси; $K_{\text{пав}}$ – количество поверхностно-активного вещества в сме-

си; V – объем смеси, участвующего в контакте с поверхностью; b – ширина обрабатываемого канала, $У$ – упругие свойства элемента ротора.

Процесс роторно-абразивной обработки сопровождается массовым микрорезанием со снятием тончайших стружек и трением с пластическим оттеснением обрабатываемого металла. В процессе микрорезания происходит снятие припуска металла, необходимое для устранения дефектных слоев, сформированное на предыдущей операции. При пластическом деформировании происходят сглаживание неровностей поверхности и заглаживание с заполнением впадин пластически оттесненным металлом [2].

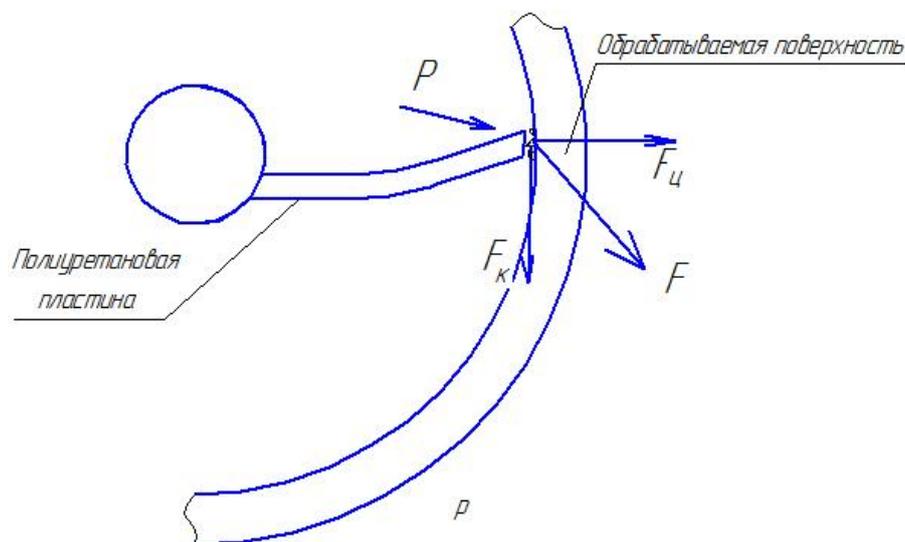


Схема сил, действующих на свободное единичное абразивное зерно при вращении инструмента

При вращении инструмента в абразивной среде единичное абразивное зерно массой m воздействует на обрабатываемую поверхность:

– центробежной силой, определяемой из отношения $F_{ц} = \frac{m \cdot v^2}{R}$, где v – скорость вращения ротора по периферии инструмента, м/мс; R – наружный радиус инструмента; m – масса абразивного зерна, г;

– кориолисовой силой, рассчитываемой по формуле $F_{к} = 2 \cdot m \cdot v \cdot R$;

– от упругих сил рабочего элемента F_{y} .

Результирующую силу на элементарное абразивное зерно можно найти по формуле

$$F_p = \sqrt{F_{ц}^2 + F_{к}^2 + F_{y}^2}. \quad (1)$$

Учитывая, что масса единичного абразивного зерна составляет $\sim 0.01 \dots 0.03$ г, первые два составляющие формулы (1) будут малоэффективны, поэтому основной силой резания, действующей на обрабатываемую поверхность будет сила $F_p \cong F_y$.

Нами выполнен первый этап исследований по определению влияния состава абразивной смеси на изменение шероховатости образцов, выполненных из сплава 12Х18Н10Т. Первые опыты показали, что гребешки шероховатости на обработанной поверхности образца за 5 минут уменьшились с исходной шероховатости Ra 4,2 мкм до Ra 2,8 мкм.

Это подтверждает, что результирующая сила воздействия абразивных зерен при массовом контакте с обрабатываемой поверхностью аналогична силам резания при хонинговании [3].

Эксперименты по роторно-абразивной обработке труднообрабатываемых материалов будут продолжены с целью определения влияния основных факторов, от которых зависит производительность обработки и качество поверхностного слоя литок ТНА.

Библиографические ссылки

1. Васильева Е. А., Жуковская И. В., Чумакова А. В., Сысоев С. К. Совершенствование технологии уменьшения шероховатости внутренней поверхности улиток насосов // Решетневские чтения : материалы XVII Междунар. науч. конф. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. Ч. 1. С. 406–407.

2. Греков В. И. Роторная доводка. М. : Машиностроение, 1981. 80 с.

3. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.

© Васильева Е. А., Васильев А. К., 2015

УДК 621.924.079

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Е. С. Дорофеева, Г. В. Кочкина
Научный руководитель – Л. В. Зверинцева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kochkina@mail.sibsau.ru

Автоматизированный расчет режимов резания применен программных продуктах T-Flex CAD, ТехноПРО, Вертикаль, HSMWorks и др. Но студенты начальных курсов еще не имеют навыков работы в этих программах, в университете отсутствуют лицензии. Учат расчету режимов резания в дисциплине «Процессы и операции формообразования», а умение применять при проектировании режущего инструмента и металлорежущих станков, технологических процессов, курсовом и дипломном проектировании. Создание совершенных автоматизированных программ актуально как в образовательном процессе, так и на производстве.

Ключевые слова: расчет режимов резания, автоматизация, сверление.

ANALYSIS OF THE AUTOMATED PROGRAMS OF THE CALCULATION OF CUTTING CONDITIONS DURING DRILLING

E. S. Dorofeeva, G. V. Kochkina
Scientific supervisors – L. V. Zverintseva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kochkina@mail.sibsau.ru

Automated calculation of cutting conditions applied software products T-Flex CAD, Technopro, Vertical, HSMWorks, etc. However, students starting courses do not yet have the skills to work with these programs; the University is out of licenses. Teach calculation of cutting conditions and practice Processes and operations of forming, and the ability to apply in the design of cutting tools and machine tools, processes, course and degree designing. The creation of perfect automated programs as important in the educational process, and in the workplace.

Keywords: calculation of cutting data, automation, drilling.

Алгоритм расчета элементов режима резания при сверлении производится в следующем порядке.

1. Выбор режимов резания начинают с определения припуска на обработку и станка, на котором будет производиться операция сверления.
2. Выбирают подачу по табличным данным в зависимости от характера обработки, требуемого качества обработанной поверхности, стойкости сверла и других технологических и механических данных изделия. Табличные значения подачи соответствуют подачам группы 1.
3. После определения марки режущей части сверла, выбирают табличные значения подачи, скорости, осевой силы и мощности по ближайшему наибольшему табличному значению диаметра инструмента.
4. Определяют формулы корректирования режимов резания и поправочные коэффициенты для измененных условий работы.
5. Рассчитывают подачу, скорость вращения сверла.
6. По найденной скорости подсчитывают частоту вращения. Полученные подачу и частоту вращения корректируют по паспортным данным станка.

7. Проверяют выбранные элементы режима резания по прочности механизма главного движения допустимому усилию и мощности электродвигателя станка.

8. Подсчитывают основное (технологическое) время обработки.

В системах автоматизированного проектирования технологических процессов встраивают модули расчетов режимов резания. Примерами таких систем являются САПР ТП Компас-Автопроект, Вертикаль. Результаты расчетов в таких системах являются приближительными, отсутствует оптимизация.

Следует отметить, что машиностроение – область широкая, с большим многообразием методов обработки, материалов, станков, приспособлений и режущих инструментов, требований по качеству обрабатываемых поверхностей, когда изменение одной из составляющих влечет за собой и изменение режимов резания.

Рассмотрены ряд автоматизированных программ, находящихся в свободном доступе в сети Интернет.

Программа Новосибирской академии водного транспорта «Технолог-2000» [1], автор И. Т. Мироненко написана в виде электронных таблиц, расчет неполный, требует дополнительных вычислений.

Программа расчета, опубликованная в 2007 году студентами машиностроительного вуза [2], не учитывает большой ряд факторов, влияющих на расчет. При сверлении отверстия диаметром 14 мм на длине 24 мм в труднообрабатываемой стали получена частота вращения шпинделя $7\,000\text{ мин}^{-1}$. Не один отечественный сверлильный станок не может обеспечить такую частоту.

В программе расчета режимов резания для сверлильных, токарных и фрезерных работ [3] А. В. Малыгина, И. П. Симинченко учитываются факторы: свойств обрабатываемого материала и режущего инструмента, форма заточки инструмента, наличие охлаждения, состояние (с коркой, без корки), шероховатость и покрытие обрабатываемой поверхности, состояние оборудования (процент износа). Представлен видеокурс пользования программой. Но выбирается подача и скорость без учета технической характеристики станка. Расчета числа оборотов шпинделя нет, а настройка станка этого требует. При сверлении сквозного отверстия в стали 40 диаметром 10 мм на длину 10 мм с шероховатостью Ra 10 мкм и точностью по 12 качеству сверлом из твердого сплава ВК8 на сверлильном станке 2А125 получена скорость 20 м/мин и подача 0,2 мм/об. Согласно [4; 5] для этого материала применяют сверла из быстрорежущей стали, а режимы занижены до 15 %.

Ряд программ написаны на английском языке, применение их по этой причине ограничено.

Остальные программы выполняют элементарные расчеты. Во всех программах невозможно выбрать сверло (обозначение, ГОСТ).

Как утверждают программисты, написать единую программу расчета режимов резания, учитывающую все особенности машиностроения, не представляется возможным [3], разработанные программы имеет свою область применения.

Наша группа решила попробовать создать свою программу расчета, учитывая недостатки других программ. Уже созданы базы данных: значений режимов резания сверлами из быстрорежущих сталей и твердого сплава, поправочных коэффициентов, по всем видам стандартных сверл, ряд технических характеристик станков. Программа должна быть открытой, т.е. предусмотрена возможность пополнения баз данных.

Библиографические ссылки

1. Мироненко И. Г. Расчет режимов резания [Электронный ресурс]. URL: http://zao.nsawt.ru/files/sm2/5/osnovy_tehnologii_sudovogo_mashinostroeniya-my.pdf (дата обращения: 07.04.2015).
2. Расчет режимов резания при сверлении. Программное обеспечение [Электронный ресурс]. URL: <http://www.twirpx.com/file/23952/> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Программа расчетов режимов резания. [Электронный ресурс] URL: <http://cadregion.ru/produkty/programma-rascheta-rezhimov-rezaniya.html> (дата обращения: 07.04.2015).
4. Зверинцева Л. В. Сверление. Режимы резания, инструмент : учеб.-справ. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 100 с.
5. Баранчиков В. И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. М. : Машиностроение, 1990. 400 с.

© Дорофеева Е. С., Кочкина Г. В., 2015

УДК 621.924.079

АНАЛИЗ ШЕРОХОВАТОСТИ И ДЕФЕКТОВ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗОГНУТЫХ ВОЛНОВОДОВ

В. В. Зверинцев, Г. В. Кочкина, Д. В. Чураков, М. Н. Банщикова
Научный руководитель – Л. В. Зверинцева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kochkina@mail.sibsau.ru

Получены образцы волноводных трактов от предприятий аэрокосмической отрасли с целью изучения дефектов, исходной шероховатости и отработки технологии полирования токонесущих поверхностей.

Ключевые слова: шероховатость, дефекты, волноводы.

ANALYSIS OF ROUGHNESS AND DEFECTS OF THE INTERNAL SURFACES OF CURVED WAVEGUIDES

V. V. Zverintsev, G. V. Kochkina, D. V. Churakov, M. N. Banshchikova
Scientific supervisors – L. V. Zverintseva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kochkina@mail.sibsau.ru

The resulting samples of the waveguide paths from the aerospace industry to study defects, initial roughness and the development of the technology of polishing the current-carrying surfaces.

Keywords: roughness, defects, waveguides.

Требуемая шероховатость внутренней поверхности волноводов при частоте СВЧ-тока: Ra 0,40...0,20 мкм при 3...10 ГГц; Ra 0,100...0,025 мкм свыше 10 ГГц [1]. Потери энергии в волноводных трактах зависят от качества заготовки и обработки рабочих поверхностей. С уменьшением шероховатости токонесущей поверхности глубина проникновения СВЧ-тока уменьшается и становится соизмеримой с микронеровностями поверхности металла.

Качество заготовки волноводной трубы складывается из поверхностных дефектов, стойкости к водородной хрупкости, структурой металла, разнотолщинностью, механическими, химическими и электрическими свойствами и химическим составом.

Материал волноводов: алюминиевый сплав АД31 «Д» (F22), латунь Л96 и медь Моб.

Поверхностные дефекты – это трещины, расслоения, пленки, пузыри, раковины, вмятины, риски, задиры, забоины, инородные включения на наружной поверхности обнаруживаются без применения увеличительных приборов [2]. Для внутренних поверхностей труб менее 20 мм вырезаются образцы длиной 150 мм, которые разрезают вдоль на две части и осматривают. Проверку внутренней поверхности труб более 20 мм проводится с помощью освещенного матового экрана.

Стойкость к водородной хрупкости для медных труб определяется в последовательности по ГОСТ 24048–80: вырезают образец толщиной 2 мм, шириной 10 мм и длиной 80...100 мм, его отжигают в водороде при температуре 850 ± 25 °С в течение 30 мин с последующим испытанием на перегиб или металлографическим контролем. На отожженных пластинках не допускаются вздутия и трещины. Они должны выдержать без переломки на две части не менее 10 перегибов на 180°.

Образцы для металлографического контроля должны быть вырезаны так, чтобы плоскость шлифа была параллельна направлению пластической деформации; одна из боковых сторон не должна подвергаться механической обработке. Наблюдение под микроскопом проводят при 200-кратном увеличении. По границам зерен в микроструктуре не должно быть пор и трещин. Для определения

величины зерна отбирают по одному образцу от каждой проверяемой трубы. Образцы, отобранные от тянутых и холоднокатаных труб, отжигают при температуре 600 °С в течение 1 ч. Средний размер зерна определяют по ГОСТ 20073.0–75, ГОСТ 21073.1–75.

Для контроля толщины отрезают образец 12×150 мм, разрезают вдоль на 2 части и измеряют микрометром. Разностенность не должна выводить размеры труб за предельные отклонения толщины стенок.

Испытания механических и химических свойств и химического состава на готовых волноводах проводить нецелесообразно.

Продольные следы от волочения, мелкая поверхностная рябь, вызванная волочением, цвета побежалости, покраснения согласно [2] не являются браковочными признаками.

Способы получения заготовок волноводных труб для труб из разных материалов существенно отличаются. Так алюминиевые трубы получают прессованием, латунные – тянутые, а медные – получают волочением.

Согласно стандартов, шероховатость поверхности труб повышенной точности изготовления *Ra* должна быть не более 0,63 мкм по ГОСТ 2789–73. Шероховатость внутренней поверхности труб нормальной точности изготовления *Ra* должна быть не более 2,5 мкм. Эти требования явно завышены по требованию производителей. Проверка шероховатости внутренней поверхности труб производится по ГОСТ 2789–73 профилографом-профилометром на образцах вдоль оси волочения. Длина образца, вырезанного из трубы, должна быть не менее 50 мм.

Волновод в сборе состоит из волноводных труб [3], соединительных муфт и фланцев. Отдельные части волновода тщательно соединяют друг с другом сваркой и пайкой. Требуется свести к минимуму частичные отражения волн от различных неоднородностей, имеющихся в волноводе. К таким неоднородностям относятся повороты, соединения и ответвления волноводов. Любые нарушения однородности внутреннего устройства волновода приводят к отражению волн, в результате чего уменьшается КСВ, возрастают потери и коэффициент полезного действия волновода.

Соединение труб с фланцами производят посредством пайки. Латунные и медные звенья паяют серебрянными припоями. Алюминиевые трубы и фланцы наиболее надежно соединяются посредством газовой сварки с последующей зачисткой сварного шва. При гибке, сварке и пайке могут появиться такие дефекты: гофры на гнутых участках труб; утонение стенок растянутых участков гибов; овальность гибов выше допустимой; вмятины и задиры в местах закрепления труб на гибочных станках; отклонение радиусов гибов и длин прямых участков выше допустимых значений; несовпадение и смещение стыкуемых плоскостей кромок; прожоги, непровары, пористость и другие технологические дефекты сварки; дефекты приварки пластин. Трещины образуются прежде всего из-за нарушения технологии сварки, а также при недостаточной компенсации термических удлинений труб.

В процессе холодного волочения труб из-за попадания между трубой и волочильным кольцом окалины или из-за неравномерного износа кольца на наружной поверхности трубы могут образовываться продольные риски. Если волочение производилось на оправке или пробке, то риски могут быть и на внутренней поверхности.

В период эксплуатации волноводных трактов с повышением мощностей передаваемых сигналов и частоты указанные дефекты приводят к нагреву и затуханию электромагнитных волн.

Внешний осмотр образцов уголкового волновода различной конструкции: одинарных и сдвоенных, с ответвлениями под штуцеры, с различными фланцами показал, что имеются дефекты покрытия, сварки, пайки (смещение стыкуемых плоскостей кромок, дефекты приварки пластин и др.), деформация боковых сторон вследствие зажима (рис. 1). По этим признакам можно браковать эти волноводные тракты. Шероховатость внутренних поверхностей проверили с помощью измерителя шероховатости TR220, алмазная игла которого позволяет провести замеры на расстоянии до 18 мм. Результаты на одном из волноводов следующие *Ra*, мкм: 0,336; 0,533; 0,101; 0,139; 0,173; 0,086; 0,047; 0,188; 0,340. Но эти измерения не характерны для всей внутренней поверхности, так как по чертежам на расстоянии 15 мм от торца фланца проводится калибровка отверстий. Разная шероховатость объясняется, что работы проводятся ручным способом.

Было принято решение разрезать волновод и провести измерения. Сдвоенный уголкового волновода с отверстием 10 × 23 был разрезан на проволочном эрозионном станке по длинной стороне. Один из образцов показан на рис. 2. Выносные линии указывают места измерения.

Результаты измерения с 1 по 7 позицию соответственно равны, Ra, мкм: 0,731; 0,680; 0,511; 0,299; 0,488; 0,514; 0,680. Минимальное значение измеренной шероховатости на образцах Ra 0,134 мкм, максимальное значение – Ra 1,2 мкм. Так как на прямом участке нестабильная шероховатость, то можно сделать выводы о некачественном инструменте при изготовлении волноводной трубы.



Рис. 1. Общий вид волноводов

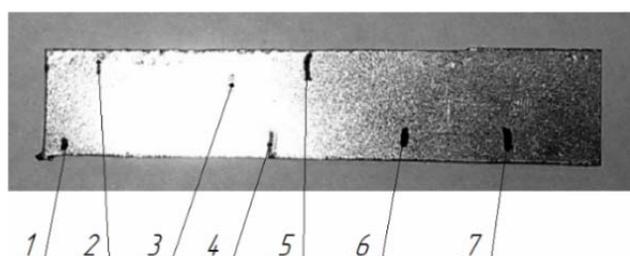


Рис. 2. Образец волновода

Кроме того, на фотографиях других поверхностей (рис. 3) риски, завал кромок, в углах прямоугольного сечения выступает припой, шероховатость явно выше Ra 12,5 мкм.

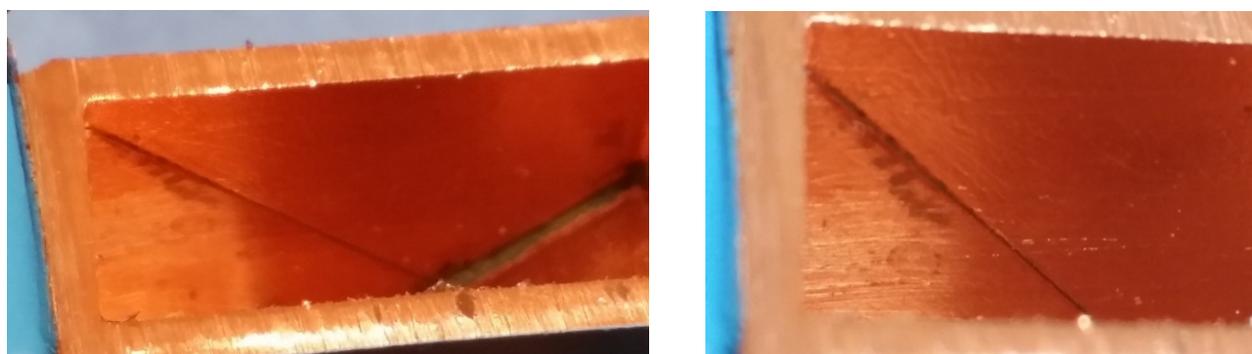


Рис. 3. Фотографии поверхностей волноводов Рязанского приборостроительного завода

По нашей просьбе прислана фотография разрезанных фрагментов волноводов иностранного производства (рис. 4) из Санкт-Петербургского радиотехнического завода. На фотографии видно, что внутренняя поверхность имеет меньшую шероховатость токонесущей поверхности, нежели у волноводов Рязанского приборостроительного завода.

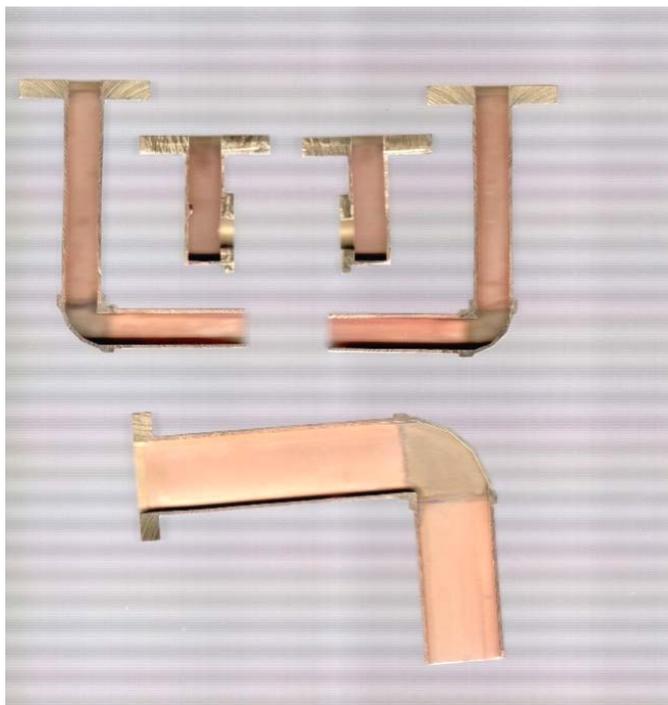


Рис. 4. Разрезанный волновод иностранного производства

Из проделанной работы можно сделать выводы:

1. Рекомендовать предприятиям-потребителям принять меры по улучшению качества изготовления волноводных труб.
2. Провести экспериментальные работы по уменьшению шероховатости внутренних поверхностей изогнутых волноводов.

Библиографические ссылки

1. Зверинцева Л. В., Сысоев С. К. Абразивное полирование заготовок волноводов эластичным инструментом : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 180 с.
2. ГОСТ 20900–75. Трубы волноводные медные и латунные прямоугольные [утв. Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 4 июня 1975 г. № 1508] срок введения установлен с 01.01.76. 11 с.
3. ОСТ 4 ГО.070.014. Детали радиоэлектронной аппаратуры. ООО «Радиостандарт-ЦНИИРЭС».

© Зверинцев В. В., Кочкина Г. В., Чураков Д. В., Банщикова М. Н., 2015

УДК 621.923.9

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТВЕРДОСТИ МАТЕРИАЛА НА КОЭФФИЦИЕНТ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ ПРИ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

К. Р. Князева, И. А. Юсковец, М. В. Егоров, Д. В. Кин
Научный руководитель – Л. П. Сысоева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sysoeva.tms@mail.ru

Определена зависимость эффективности резания от физико-механических свойств материала и режимов абразивно-экструзионной обработки. Выявлено влияние поверхностной твердости на коэффициент обрабатываемости при абразивно-экструзионной обработке.

Ключевые слова: абразивно-экструзионная обработка, рабочая среда, абразивное зерно, микрорезание, поверхностная твердость, коэффициент обрабатываемости.

INFLUENCE OF THE MATERIAL SURFACE HARDNESS BY A MACHINABILITY FACTOR AT THE ABRASIVE FLOW MACHINING

K. R. Knyazeva, I. A. Uskovetc, M. V. Egorov, D. V. Kin
Scientific supervisors – L. P. Syisoeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sysoeva.tms@mail.ru

The cutting efficiency dependence on physical and mechanical material properties and Abrasive Flow Machining modes is determined. The influence of surface hardness by a machinability factor at Abrasive Flow Machining is defined.

Keywords: Abrasive Flow Machining, work medium, abrasive grains, microcutting, surface hardness, machinability factor.

Исследование проведено с целью выявления влияния физико-механических свойств материала обрабатываемой детали и режимов абразивно-экструзионной обработки (АЭО) на ее эффективность.

В процессе АЭО вязкоупругая рабочая среда (РС), наполненная абразивными зернами, экструдируется под давлением вдоль обрабатываемой поверхности. Под действием давления РС на входе в канал детали формируется сжатый абразивный «жгут», который при движении «отслеживает» контуры канала. На поверхности абразивного жгута находятся активные абразивные зерна (АЗ), контактирующие с поверхностью канала микровыступами, вследствие чего при движении снимается определенный слой материала [1].

Исследование механизма съема стружки при АЭО всеми активными АЗ оценить достаточно сложно вследствие их хаотичного расположения и относительной подвижности на поверхности «жгута». Поэтому при исследовании рассматривается микрорезание выступом единичного АЗ.

Имитация контакта при микрорезании единичным АЗ выполнялась на установке МР–2 (рис. 1) со ступенчатым нагружением индентора.

Полный факторный эксперимент спланирован для двух факторов на двух уровнях варьирования (см. таблицу) проведен на катанных образцах из сплава АМг6 твердостью 100 НВ и образцах из стали 12Х18Н10Т твердостью 150 НВ. Эффективность резания оценивалась по глубине царапины $h_{ц}$.

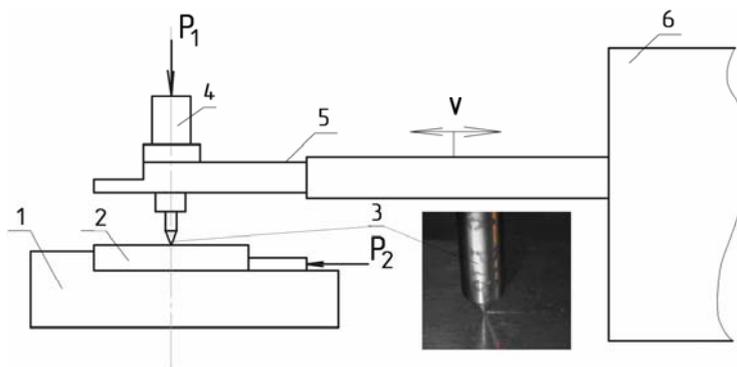


Рис. 1. МР-2:
 1 – приспособление; 2 – образец; 3 – индентор; 4 – сменный груз;
 5 – шток; 6 – привод

Факторы, уровни варьирования, матрица планирования и результаты эксперимента

Факторы	Уровни варьирования		Шаг λ	№ опыта	x_1	x_2	$b_{ц}$	\bar{y}
	-1	1						
x_1 – поверхностная твердость, НВ	100	150	50	1	1	1	0,063	0,010
x_2 – сила резания, Н	0	5	5	2	-1	1	0,126	0,030
y – глубина царапины $h_{ц}$, мм				3	1	-1	0,016	0,0018
				4	-1	-1	0,046	0,0052

Расчет глубины царапины $h_{ц}$ проведен по ширине $b_{ц}$ (рис. 2) с учетом геометрических характеристик индентора, в том числе его радиуса скругления.

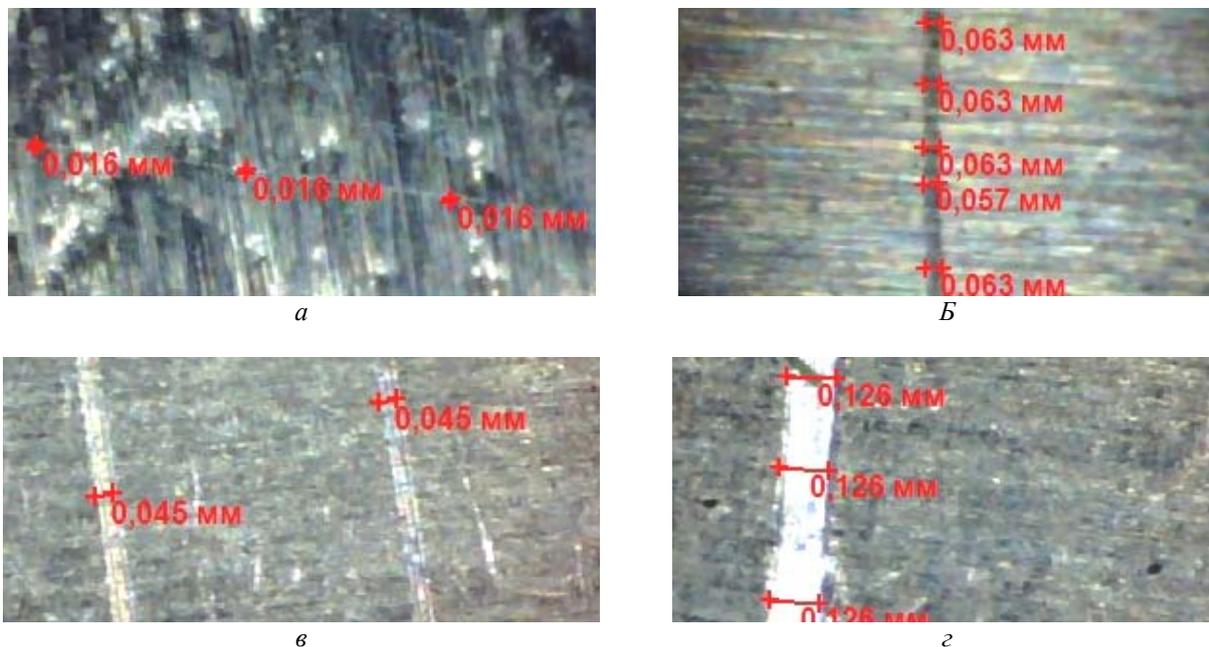


Рис. 2. Царапины (x150) при резании индентором с углом 100° на образцах из стали 12X18H10T без нагружения (а) и с нагружением 5 Н (б); из сплава АМг6 без нагружения (в) и с нагружением 5 Н (г)

После математической обработки результатов эксперимента получена зависимость эффективности резания от исследуемых параметров:

$$h_{ц} = -0,0105 - 0,236 \cdot 10^{-3} \cdot HB + 0,033 \cdot P - 0,27 \cdot 10^{-6} \cdot HB \cdot P.$$

По полученной зависимости для материалов с различной твердостью построены графики (рис. 3), которые показывают, что с повышением поверхностной твердости для начала процесса резания требуется большая сила прижатия АЗ к обрабатываемой поверхности.

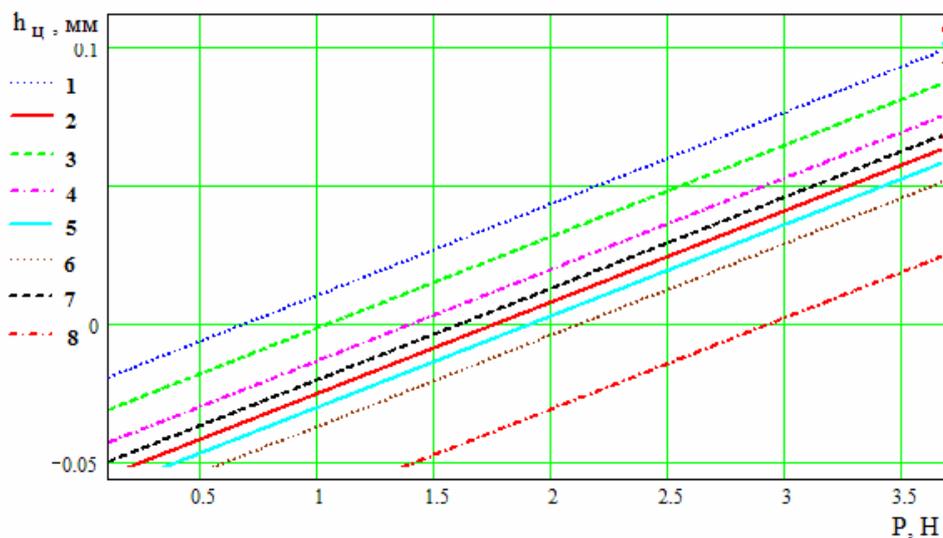


Рис. 3. Зависимость глубины царапины $h_{ц}$ от нормальной составляющей силы резания P , Н: 1 – АЛ9; 2 – АЛ32; 3 – АК6; 4 – СЧ10; 5 – Сталь 10; 6 – СЧ25; 7 – 12Х18Н10Т; 8 – 30Х3МВФ

Полученная зависимость позволит, зная метод получения заготовки, глубину дефектного слоя, исходную и требуемую шероховатость, определить режимы АЭО (давление в системе, количество циклов).

Для связи эффективности обработки различных материалов с режимами АЭО введем относительный коэффициент, характеризующий обрабатываемость материала: $k_{ом} = 1,155 - 0,86 \cdot 10^{-3} \cdot HB$ по отношению к обрабатываемости эталона (стали 45). Проведенные расчеты показали, что с увеличением поверхностной твердости коэффициент обрабатываемости уменьшается (рис. 4).

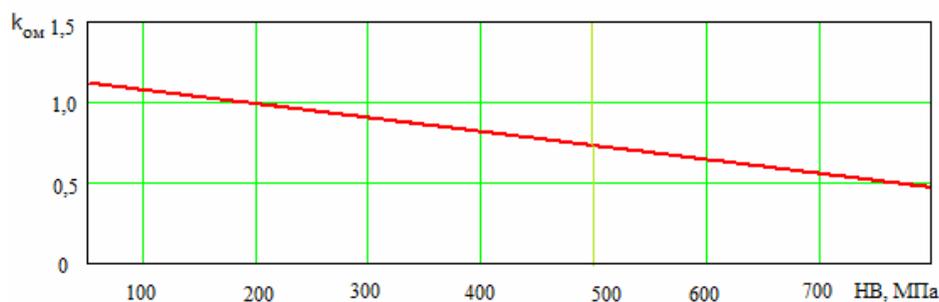


Рис. 4. Зависимость коэффициента обрабатываемости материала $k_{ом}$ от твердости материала

Проведенные исследования позволяют разработать методику выбора режимов АЭО для различных материалов, исключив необходимость их экспериментального определения.

В будущем необходимо соотнести полученные результаты с результатами проведенных ранее исследований по влиянию состава РС на эффективность обработки алюминиевых сплавов. Это позволит разработать методику выбора состава РС (по виду абразива и его концентрации) для обработки различных материалов.

Библиографическая ссылка

1. Сыроев С. К. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.

УДК 621.6.09:534.01

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ СКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ РЕАКТОПЛАСТОВ

А. Г. Лущикова, В. Ю. Сибгатуллина, В. О. Шаповалов, Р. Р. Екимцев
 Научный руководитель – Ю. А. Филиппов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: sibsau-tms@mail.ru

Рассмотрены проблемы освоения высоких технологий механической обработки стеклопластика с целью повышения эффективности процесса фрезерования в условиях прецизионности.

Ключевые слова: высокоскоростная обработка, стеклопластик, процесс резания, прогрессивные режимы резания.

ANALYSIS OF THE MODES OF THERMOSETS HIGH-SPEED PROCESSING

A. G. Luschikova, V. Y. Sibgatullina, V. O. Shapovalov, R. R. Ekimtsev
 Scientific supervisors – Yu. A. Filippov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: sibsau-tms@mail.ru

The problems of the development of high-tech machining fiberglass in order to increase the efficiency of the milling process in terms of precision are considered.

Keywords: high-speed processing, fiberglass, cutting process, progressive cutting conditions.

В производстве изделий авиационно-космической техники активно внедряется высокоскоростная обработка (HSC) реактопластов, в частности стеклопластика (GFK). Ряд зарубежных фирм используют скорости резания стеклопластика в операциях точения и фрезерования, значительно превышающие типовые режимы и скоростью резания.

Особенность обработки реактопласта является то, что материал представляет композит, имеющий полимерную матрицу с пространственно сшитой молекулярной структурой с энергией ковалентной связи молекул 400–500 кДж/моль в отличие от термопластов, в которых эта энергия связи не превышает 10 кДж/моль с ударной вязкостью по Шарпи в пределах КСУ 30–55 кДж/м². Стеклопластик на основе полиамида и стекловолокна, полиметилена оксида и стекловолокна с пределом прочности $\sigma = 110\text{--}130$ МПа представляют особый подкласс по поддержанию высоких скоростей, особенно на основе полиэфир-кетона и углеволокна с $\sigma = 224$ МПа [1].

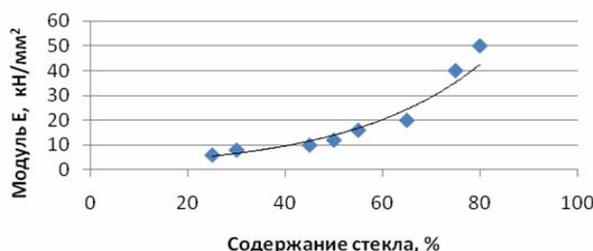


Рис. 1. Функция изменения модуля Юнга E при росте массовой доли стекла в пластике

Аппроксимированные функции модуля упругости

$$E(mg) = 2,1981 e^{0,037m}, \quad (1)$$

где m – содержание стекла, %.

Первичный анализ функции показывает, что с ростом содержания стекловолокна увеличивается модуль упругости и как следствие предел прочности растет по экспоненциальному закону.

Аппроксимация параметров содержания стекла в реактопласте можно представить функцией

$$y = 0,2273e^{-0,023m}, \quad (2)$$

Значение подачи на зуб для обработки стеклопластика

Массовая доля стекла m , %	25	30	45	50	55	65	75	80
S_z , мм/зуб	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03

Технологический процесс фрезерования заготовок сопровождается вариацией амплитуды поперечных и угловых колебаний, влияющих на формирование шероховатости поверхностного слоя детали и точности геометрии заданного контура. Из множества факторов, влияющих на динамику процесса фрезерования, заметное влияние оказывает геометрические параметры, углы резания (задний 5-15°; передний 3-15°), собственная частота режущего инструмента непосредственно отражающие форму поверхности затылка как насадных, так и концевых фрез [2].

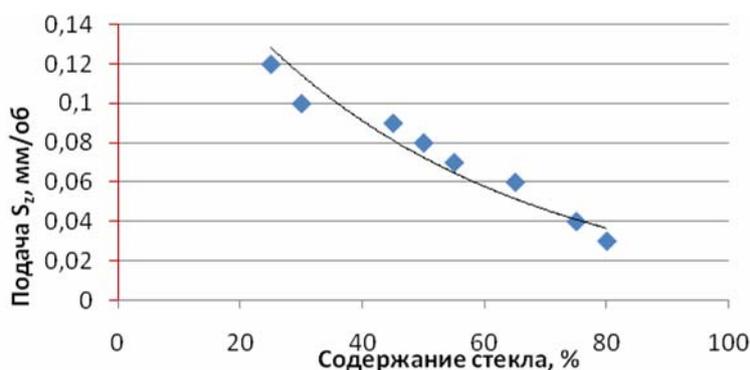


Рис. 2. Отклик функции вариации подачи заготовки при фрезеровании

Первичная проработка режимов механической обработки реактопластов позволяет сделать следующие рекомендации:

- увеличение заднего угла к концу затылка фрез превышает 2° при формировании его по спирали Архимеда, что способствует повышению эффективности операции фрезерования;
- распиловку реактопластов целесообразно выполнять тонкими биметаллическими пилами, изготовленными по аддитивной технологии; предпочтительными по стойкости и эффективности работы являются марки быстрорежущих сталей P2M10K8F1 с полотном из стали марки 50XФА, P10M4K10F3 с несущей основой из стали марки 60С2Н2А;
- подача на зуб S_z для высокоскоростной обработки стеклопластиков должна назначаться с учетом массовой доли стеклоткани в общем массиве материала, представленных в таблице выше;
- скорость резания стеклопластика не должна превышать 92–130 м/с в отличие от используемых в производстве деталей изделий АКТ 10–12 м/с.

Библиографические ссылки

1. Филиппов Ю. А., Ручкин Л. В., Утенков В. Д. Технология обработки анизотропных материалов ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 44 с.
2. Ящерицын П. И., Еременко М. Л. Основы резания материалов и режущий инструмент. Минск, Высш. шк. 1975. 528 с.
3. Раскатов В. М., Чуенков В. С., Бессонова Н. Ф. Машиностроительные материалы. М. : Машиностроение, 1980. 511 с.

УДК 621.923.74

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКИ НА ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРОВ ОТВЕРСТИЙ

В. В. Макеев, Д. В. Макеев, Д. И. Савин, С. Н. Карпенюк
Научный руководитель – В. А. Левко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: levko@mail.sibsau.ru

Рассмотрен процесс прошивной электроэрозионной обработки пазов в стали 08X14H7МЛ и подобраны оптимальные режимы. Исследовано влияние режимов электроэрозионной обработки на геометрические параметры паза и производительность процесса. Намечены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, электрод-инструмент, копировально-прошивная ЭЭО, сила тока, длительность импульса.

THE INFLUENCE OF EDM FIRMWARE MODES ON THE HOLE SIZE ACCURACY

V. V. Makeev, D. V. Makeev, D. I. Savin, S. N. Karpenyuk
Scientific supervisors – V. A. Levko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: levko@mail.sibsau.ru

Electrical discharge machining process (EDM) piercing grooves in steel is considered. The optimal treatment modes are selected. The EDM-modes influence on the groove geometric parameters and the process productivity is investigated. Directions for further research are set.

Keywords: Electrical discharge machining, electrode-tool, copy-bonding wire EDM, current, pulse duration.

Главными критериями, определяющими выбор режима электроэрозионной обработки (ЭЭО), являются максимальная производительность процесса при условии обеспечения заданной точности и шероховатости обработанной поверхности. На современных станках ЭЭО применяются таблицы стандартизованных режимов обработки, называемые E-кодами. Данный код включает в себя комплексный набор параметров, подобранных под конкретный тип электродов для обеспечения заданной шероховатости обработанной поверхности [1].

При ЭЭО глубоких отверстий целесообразно осуществлять дополнительную подачу рабочей жидкости в межэлектродный зазор. С целью уменьшения налипания частиц расплавленного металла на электрод-инструмент необходимо увеличить период действия импульсов. Увеличение частоты выхода электрода-инструмента из зоны обработки позволит обеспечить более тщательную промывку рабочей зоны [2].

В настоящее время не существует универсальных методик оценки влияния режимов ЭЭО на точность обработки деталей РКТ. Целью работы является исследование влияния параметров ЭЭО на геометрические параметры паза и производительность обработки.

В качестве экспериментального образца выбрана сталь 08X14H7МЛ по ГОСТ 977–88.

Исследования проводились на прошивном электроэрозионном станке Sodick AQ55L. Рабочая жидкость – масло EDM Oil – IPOL SEO 450.

В ходе эксперимента варьировались сила тока I , A и длительность импульса t_{on} , мкс (см. таблицу).

Электрод-инструмент выполнен из меди марки М1 по ГОСТ 859–2001. Площадь рабочей части составляла $38,5 \text{ мм}^2$. Ширина электрода составляет $5,96 \text{ мм}$. В процессе работы в заготовке прошивались пазы, длительность операции составляла 5 минут, при $U = 50 \text{ В}$.

Все опыты были разбиты на 3 группы по силе тока: I-я группа опытов ($I = 3$); II-я группа опытов ($I = 15$); III-я группа опытов ($I = 30$)

Режимы электроэрозионной обработки

№ оп.	I, А	$t_{оп}$, мкс	Ширина паза, мм	Глубина паза, мм	Производительность, мм ² /мин
1	3	50	6,127	0,298	2,358 99
2	3	300	5,956	0,084	0,646 39
3	3	999	5,566	0,038	0,273 27
4	15	50	6,146	0,803	6,376 33
5	15	300	6,331	2,652	21,692 44
6	15	999	6,979	0,314	2,831 3
7	30	50	6,304	1,550	12,624 39
8	30	300	6,495	4,134	34,690 63
9	30	999	6,967	0,837	7,534 14

Анализируя данные I-й группы, видим, что при увеличении времени импульса до 999 мкс ширина паза будет стремительно падать (рис. 1).

Анализируя зависимость производительности обработки от времени импульса, видим, что при увеличении времени импульса до 300 мкс производительность обработки Q резко уменьшается (рис. 2). В дальнейшем при увеличении времени импульса до значения 999 мкс происходит плавное падение Q . Данное явление объясняется тем, что в канале пробоя накапливается слишком большое количество электроэрозионного шлама, в результате чего полезная энергия тратится не на обработку заготовки, а на повторное взаимодействие с уже расплавленными частицами [2].

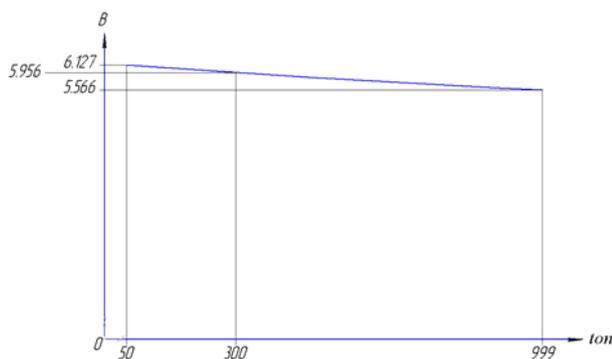


Рис. 1. Зависимость точности получаемого размера от времени импульса

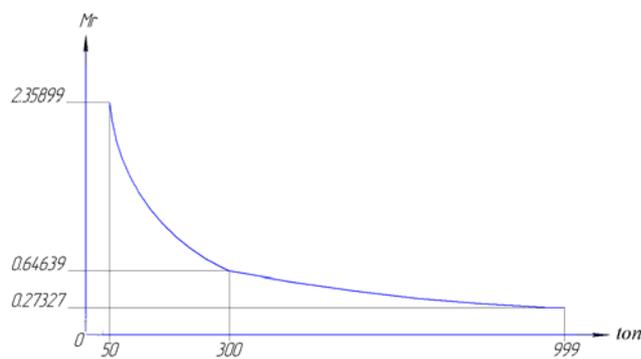


Рис. 2. Зависимость производительности от времени импульса

Можно сделать вывод, что I-я группа опытов подходит для чистовой доводки размеров деталей. Эту группу можно назвать «особо точная».

Анализируя данные II-й группы, видим, что при увеличении времени импульса отклонение ширины паза увеличивается (рис. 3). Данное явление объясняется тем, что с увеличением времени импульса происходит изменение межэлектродного зазора между боковыми поверхностями электрода-инструмента и паза. В канал пробоя попадают продукты эрозии, что приводит к возникновению боковых разрядов, провоцирующих неконтролируемый дополнительный съём материала [2].

Если рассматривать, как зависит производительность от времени импульса, то мы четко сможем увидеть огромный перепад показаний (рис. 4).

Из II-й группы опытов видим, что мы можем получить довольно точное по форме отверстие, с многократно большей производительностью, чем в I-й группе. Эту группу можно назвать «оптимальной», для довольно быстрого и точного получения отверстий.

III-я группа режимов предназначена для получения отверстий с высокой производительностью обработки (рис. 5).

Увеличение размера электрода объясняется осаждением на его поверхности частиц уже обработанной площади электрода от энергии импульса металла, которые не успевают эвакуироваться из зоны обработки. Соответственно, увеличение размера электрода-инструмента ведет к увеличению ширины обрабатываемого паза (рис. 6) [2].

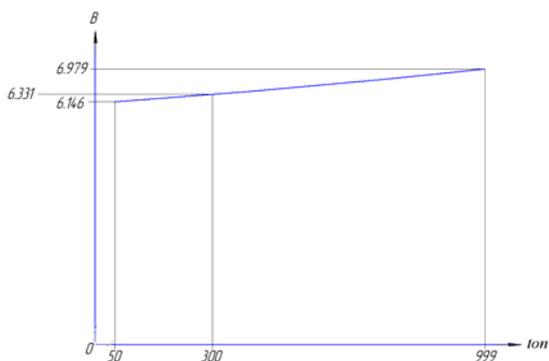


Рис. 3. Зависимость точности получаемого размера от времени импульса

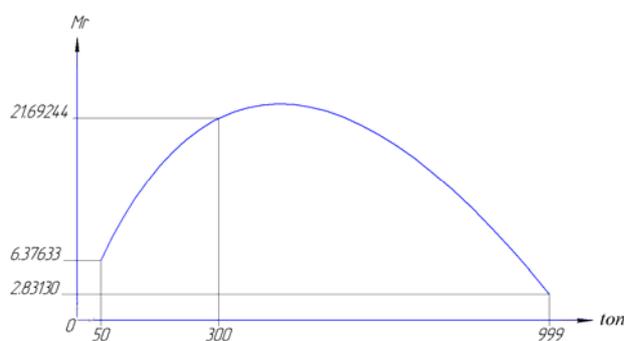


Рис. 4. Зависимость производительности от времени импульса

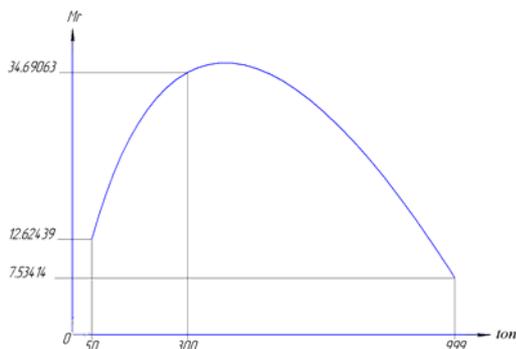


Рис. 5. Зависимость производительности от времени импульса

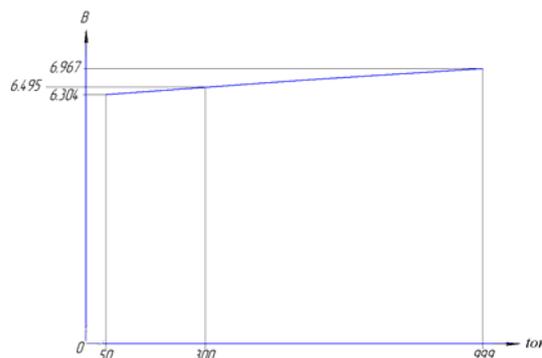


Рис. 6. Зависимость точности получаемого размера от времени импульса

Величины I , t_{on} подбирались таким образом, чтобы были захвачены низкие, средние и высокие значения параметров.

Таким образом, в ходе исследования выявлено, что на точность обработки существенным образом влияют значения времени импульса и силы тока. При низких параметрах получаем низкую производительность обработки. Из анализа II-й группы следует, что производительность обработки снижается из-за накопления в канале пробоя металлического шлама. Следовательно, снижение продуктов эрозии в межэлектродном зазоре способствует повышению производительности, а также обеспечит стабильность размеров электрода-инструмента и обрабатываемого паза.

В дальнейшем будут проводиться исследования по нахождению максимального показателя производительности, при тех же параметрах силы тока, а также анализироваться необходимость последующей обработки поверхностей после ЭЭО, в частности применение абразивно-экструзионной обработки [3].

Библиографические ссылки

1. Елисеев Ю. С., Саушкин Б. П. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники / под ред. Б. П. Саушкина. М. : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 2010. 437 с.
2. Серебrenицкий П. П. Современные электроэрозионные технологии и оборудование : учеб. пособие / Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2007. 228 с.
3. Левко В. А. Абразивно-экструзионная обработка: современный уровень и теоретические основы процесса : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2007. 228 с.

© Макеев В. В., Макеев Д. В., Савин Д. И., Карпенюк С. Н., 2015

УДК 621.923.74

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Д. И. Савин, В. В. Макеев, Д. В. Макеев, С. Н. Карпенюк
Научный руководитель – В. А. Левко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: levko@mail.sibsau.ru

Рассмотрены особенности процесса электроэрозионной обработки лопатки турбины, определена глубина и микротвердость измененного слоя, влияющие на эксплуатационные характеристики. Рассмотрена микроструктура измененного слоя. Определено дальнейшее направление исследований.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, ракетно-космическая техника измененный слой, мартенсит, микроструктура, микротвердость.

INVESTIGATION OF SURFACE LAYER TURBINE BLADES AFTER ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING

D. I. Savin, V. V. Makeev, D. V. Makeev, S. N. Karpenyuk
Scientific supervisors – V. A. Levko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: levko@mail.sibsau.ru

The features of electrical discharge machining turbine blades are considered. The depth and microhardness of the thermally altered layer which affect the performance are determined. The modified layer microstructure is examined. The future direction of research is defined.

Keywords: electrical discharge machining, rocket and space technology, thermally altered layer, martensite, microstructure, microhardness.

Стремительный прогресс ракетно-космической техники (РКТ) вызвал необходимость в применении специфичных материалов, механическая обработка которых может быть осуществлена лишь с большим трудом или вообще не возможна. Это материалы с очень высокой твердостью, хрупкостью, вязкостью, а также материалы, обладающие магнитными свойствами. Особые трудности возникают при фасонной обработке таких материалов, когда в них необходимо получить пазы, узкие щели, полости и глухие отверстия сложной формы [1].

Острая необходимость эффективно обрабатывать детали сложной формы из материалов труднообрабатываемых резанием предопределила возникновение ряда новых методов. К ним относятся электрофизические и электрохимические методы обработки.

Рассмотрим подробно влияние электроэрозионной обработки (ЭЭО) на микроструктуру и качество измененного слоя. Рассматриваемый материал 13X11H2B2MФ-Ш применяется для изготовления ответственных нагруженных деталей, работающих при температуре до +600 °С, дисков компрессора, лопаток и других нагруженных деталей, применяемых для изготовления конструкций в РКТ [2]. Образец, рассматриваемый в данной, работе выполнен из этого материала, и соответствует условиям эксплуатации деталей такого класса в РКТ. К деталям такого класса применяются высокие требования обеспечения заданной точности и шероховатости обработанной поверхности, а также сохранение микроструктуры и свойств обрабатываемого материала в зоне обработки после проведения процесса ЭЭО [3].

Электроэрозионная обработка образца производилась на прошивном электроэрозионном станке Sodick AQ55L по 3-м режимам: черновой ($I = 6\text{ А}$; $t_{on} = 140\text{ мкс}$), получистовой ($I = 4\text{ А}$; $t_{on} = 6\text{ мкс}$), чистовой ($I = 4\text{ А}$; $t_{on} = 6\text{ мкс}$), где I , A – сила тока; t_{on} , мкс – время импульса.

Материал – сталь 13X11H2B2MФ-Ш, металлографическое исследование проводилось на не-травленном шлифе и после травления в электролите: 10 % водный раствор щавелевой кислоты. Измерение твердости образца проводилось на микротвердомере ПМТ-3.

Микроструктура основного металла представляет собой троостит (рис. 1). Микротвердость измененного поверхностного слоя составляет 632-688HV (56–42,5 HRC), глубина 8–10 мкм (рис. 2).



Рис. 1. Микроструктура стали 13X11H2B2MФ-Ш, травлено (x500)

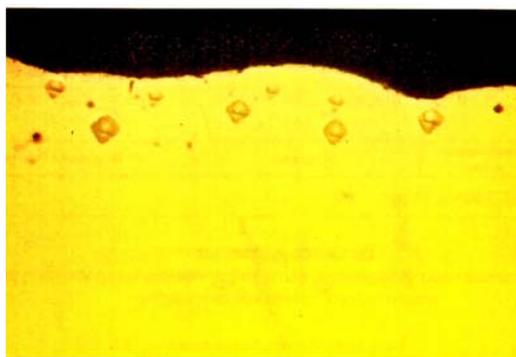


Рис. 2. Микроструктура измененного поверхностного слоя в зоне ЭЭО, не травлено (x500)

При исследовании структуры стали в зоне обработки после травления визуально выделяются 3 зоны (рис. 3), – оплавления; белый слой; зона основного металла с трооститной структурой и с микротвердостью 42 HRC.



Рис. 3. Микроструктура измененного поверхностного слоя в зоне ЭЭО, травлено (x500)

Микроструктура измененного поверхностного слоя в результате ЭЭО представляет собой бесструктурный мартенсит, который имеет более высокую твердость, что подтверждено проведенными исследованиями, получение такой структуры обусловлено высокоскоростным нагревом в результате ЭЭО мелкозернистой трооститной структуры основного материала. Такой мартенсит не содержит внутри себя ни реек, ни пластин, ни других четко обозначенных границ раздела. Пластины в виде бесструктурных областей образовались при более высоких температурах мартенситного превращения

и поэтому относятся к высокотемпературному мартенситу. Задержанное разрушение закаленной стали – свойство мартенсита – обусловлено высоким уровнем остаточных микронапряжений в результате мартенситного превращения. Кристаллы мартенсита, образующиеся в пределах бывшего зерна аустенита, при своем росте сталкиваются под разными углами. Задержанное разрушение происходит при напряжениях ниже предела текучести стали. Этот вид разрушения имеет место при статическом или квазистатическом характере нагружения, и бывают причиной преждевременного разрушения закаленных стальных элементов конструкций [4]. При этом для малонагруженных деталей, работающих не в агрессивных условиях, возможно и сохранение такого слоя, так как при небольших нагрузках он будет устойчив.

Также при нагреве в процессе ЭЭО поверхностного слоя, его качество будет определяться величиной внутренних напряжений, возникающих в результате значительного градиента температур, и структурными превращениями. В определенных условиях напряжения могут превышать предел прочности обрабатываемого металла, что приведет к образованию сетки микротрещин. Этот фактор влияет на качество измененного поверхностного слоя, в связи с чем, будут проведены испытания образца на отрыв этого слоя от основного материала. Это позволит оценить эксплуатационные свойства в данного материала, после ЭЭО и поставить вопрос об удалении этого слоя с помощью применения метода абразивно-экструзионной обработки [5].

Библиографические ссылки

1. Елисеев Ю. С., Саушкин Б. П. Электроэрозионная обработка изделий авиационно-космической техники / под ред. Б. П. Саушкина. М. : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 2010. 437 с.
2. Сорокин В. Г., Волосникова А. В., Вяткин С. А. Марочник сталей и сплавов / под общ. ред. В. Г. Сорокина. М. : Машиностроение, 2003. 784 с.
3. Немилов Е. Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов. Л. : Машиностроение, 1989. 165 с.
4. Новиков И. И. Теория термической обработки металлов. М. : Metallurgia, 1974. 400 с.
5. Левко В. А. Абразивно-экструзионная обработка: современный уровень и теоретические основы процесса : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2007. 228 с.

© Савин Д. И., Макеев В. В., Макеев Д. В., Карпенюк С. Н., 2015

УДК 621.923.9

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ ПРИ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

Л. П. Сысоева, А. Е. Саклакова, Д. И. Колобовникова, В. А. Галеева
Научный руководитель – С. К. Сысоев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sysoeva.tms@mail.ru

Рассмотрены вопросы регистрации измерения быстропеременных параметров давления и температуры рабочей среды во время абразивно-экструзионной обработки образцов с целью определения характера взаимодействия абразивных зерен с контактной поверхностью алюминиевых сплавов.

Ключевые слова: абразивно-экструзионная обработка, рабочая среда, датчик давления, образец, взаимодействие абразивных зерен с поверхностью, информационно-измерительная система, аналогово-цифровой преобразователь, первичный преобразователь, быстропеременные параметры, алюминиевый сплав.

MEASUREMENT OF THE WORK MEDIUM PARAMETERS AT THE ABRASIVE FLOW MACHINING

L. P. Sysoeva, A. E. Saklakova, D. I. Kolobovnikova, V. A. Galeeva
Scientific supervisors – S. K. Sysoev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sysoeva.tms@mail.ru

The issues of the measuring registration the rapidly parameters of pressure and fluid temperature during Abrasive Flow Machining are considered. Studies are performed to determine the nature of the abrasive grains interaction with contact surface of aluminum alloys.

Keywords: Abrasive Flow Machining, work medium, work medium, pressure sensor, sample, abrasive grains interaction with contact surface, information-measuring system, analog-to-digital converter, transducer, rapidly changing parameters, aluminum alloy.

Абразивно-экструзионная обработка (АЭО) (*Abrasive Flow Machining*) – нестандартный метод финишной обработки, который заключается в экструзии под большим давлением вдоль обрабатываемой поверхности рабочей среды (РС), наполненной абразивными зёрнами [1, 2]. В лаборатории «Экструзионного шлифования» в качестве оборудования для АЭО используются установки экструзионного шлифования (УЭШ) в различных модификациях.

Контроль параметров АЭО предполагает постоянное измерение давления и температуры РС в зоне обработки. Эти характеристики оказывают значительное влияние на производительность процесса.

Температура влияет на физико-механические и реологические свойства РС (плотность, вязкость, упругость, способность течь при определенном давлении в системе, способность эффективно удерживать рабочие частицы и т.д.). Регистрация давления РС в зоне обработки необходима для выявления зависимостей нормальной составляющей силы резания микро- и субмикровыступами единичного абразивного зёрна [3] от режимов обработки (давления в системе) и реологических свойств среды.

Нами разработана и реализована информационно-измерительная система с возможностью регистрации измеряемых параметров на ПЭВМ.

Для измерения давления выбран датчик избыточного давления ДДИ-20, а для измерения температуры – датчик ТП-085. Оба датчика средовые с возможностью работы при воздействии на них механических вибраций, ударных нагрузок с ускорением, а также их работа в прямом контакте со средами, содержащими твердые частицы (пульпы, смеси с песком и т. д.).

Обрабатываемые образцы устанавливаются в приспособление (рис. 1), закрепленное герметично между верхней и нижней рабочими камерами установки.

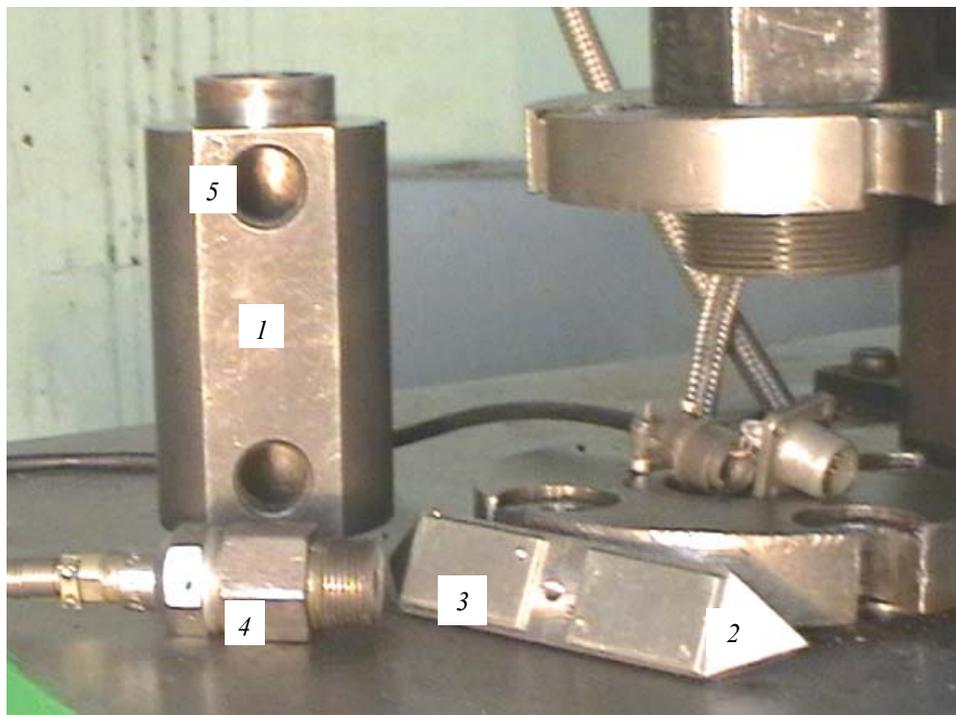


Рис. 1. Приспособление для обработки образцов:
1 – приспособление; 2 – вкладыш; 3 – образец; 4 – датчик ДДИ-20;
5 – резьбовые отверстия для крепления датчиков

В качестве АЦП нами предложен преобразователь ЛА50-USB, который предназначен для преобразования непрерывных аналоговых входных сигналов в цифровую форму для дальнейшей обработки на ПК и работы в качестве внешнего устройства совместно с ПК типа АВМ РС/АТ. АЦП имеет 16 однополюсных или 8 дифференциальных каналов.

Подключение преобразователя к источникам сигналов осуществляется через соединительную плату ЛА-ТК50А с установленными клеммными соединителями и ответными разъемами к ЛА50-USB. Подключение осуществляется проводами и кабелями через соединители с зажимом под «винт». Использование согласующей платы позволяет расширить количество подключаемых источников аналогового сигнала. Причем аналогичная коммутационная плата к цифровому порту выполнит подобную функцию при создании полной системы компьютерного управления установкой в целом.

Устройство АЦП ЛА50-USB содержит аналогово-цифровой канал, опорный кварцевый генератор, цифровой порт ввода/вывода, внутренний интерфейс управления и конфигурации, USB интерфейс, совместимый с USB 2.0 и вторичный источник питания. Выбор режима работы аналогово-цифрового канала (однополюсной или дифференциальный), а также коэффициент усиления сигнала задаются программно с помощью идущего в поставке ПО. Причем при использовании нескольких каналов одновременно коэффициент усиления можно задавать отдельно на каждый канал.

В качестве вторичного преобразователя предложено использовать стандартный индуктивный высокочастотный преобразователь ИВП-2. Изменение индуктивности датчика, обусловленное давлением, действующим на мембрану, превращается в отклонение исходного напряжения ИВП-2.

Разработанный информационно-измерительный контур (рис. 2) позволит в режиме реального времени производить контроль и регистрацию необходимых параметров АЭО на ПК.

Для расшифровки полученных материалов исследования строится график по результатам тарировки датчиков давления с использованием пресса МП600 и записью на ПК.

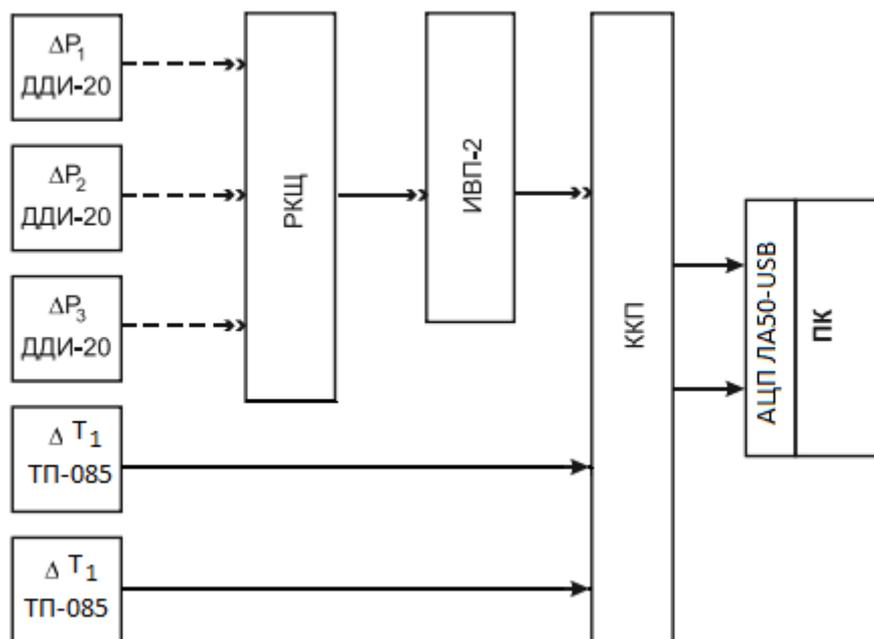


Рис. 2. Структурная схема системы измерений:
 РКЩ – распределительный кабельный щит; ИВП-2 – двухканальный индуктивный преобразователь; ККП – коммутируемый кабельный пульт; АЦП ЛА50-USB с расширенным числом каналов, ПК – персональный компьютер

Таким образом, для подготовки экспериментальных работ нами:

- 1) разработана и реализована структурная схема измерения быстропеременных параметров при абразивно-экструзионной обработке образцов на установке УЭШ-25, их регистрации и математической обработки на ПК;
- 2) выбраны датчики давления и температуры в соответствии с особенностями обработки и диапазонами измерения регистрируемых параметров.

Библиографические ссылки

1. Pat. 3521412 US, ISC B24B 1/00, 19/00. Method of honing by extruding / McCarty, R.W.; 05.11.1965; 21.07.1970.
2. Сысоев С. К., Сысоев А. С. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.
3. Левко В. А. Абразивно-экструзионная обработка: современный уровень и теоретические основы процесса : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2007. 228 с.

© Сысоева Л. П., Саклакова А. Е., Колобовникова Д. И., Галеева В. А., 2015

УДК 621.923.9

ОСОБЕННОСТИ АБРАЗИВНО-ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Н. С. Теряев, А. Ю. Володин
Научные руководители – С. К. Сысоев, А. С. Сысоев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sysoeva.tms@mail.ru

Рассмотрены особенности получения заготовок сложнопрофильных деталей ЛА из высокопрочных сталей и жаропрочных сплавов. Проанализированы характеристики отливок, получаемых литьем по выплавляемым моделям и требования к ответственным деталям ЛА. Проведены исследования по абразивно-экструзионной обработке труднообрабатываемых материалов.

Ключевые слова: абразивно-экструзионная обработка, труднообрабатываемый сплав, литье по выплавляемым моделям, сложнопрофильная деталь.

FEATURE THE ABRASIVE FLOW MACHINING OF HARD ALLOYS AFTER INVESTMENT CASTING

N. S. Teryaev, A. Y. Volodin
Scientific supervisors – S. K. Sysoev, A. S. Sysoev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sysoeva.tms@mail.ru

The manufacture features of the complex profile details aircraft from high-strength steels and superalloys are considered. The characteristics of casting and requirements for critical parts of the aircraft are analyzed. Research of the Abrasive Flow Machining hard materials.

Keywords: Abrasive Flow Machining, hard alloy, investment casting, complex-profile detail.

Большую часть сложнопрофильных деталей ЛА, работающих при высоких статических и динамических нагрузках, в зоне высоких температур и агрессивных сред (турбины, роторы, лопатки ротора, сегменты лопаток, крыльчатки, сопловые и направляющие аппараты) (рис. 1), изготавливают из труднообрабатываемых высокопрочных сталей и жаропрочных сплавов литьем по выплавляемым моделям.

Преимуществами данного способа получения заготовок являются отсутствие или малые припуски на механическую обработку, возможность получения сложной формы и др. [1].

Качество поверхности деталей после литья по выплавляемым моделям характеризуется повышенной шероховатостью $Ra = 20 \dots 40$ мкм, большой глубиной термически измененного слоя (литейная корка $h = 0,1 \dots 0,8$ мм), высокими остаточными напряжениями [2].

Шероховатость поверхности, а также ее направление существенно влияют на работоспособность агрегатов ЛА [3]. Уменьшение шероховатости газового тракта турбин, направляющих и сопловых аппаратов, корпусов и др. приводит к повышению КПД и надежности работы агрегатов за счет уменьшения трения газового потока в пограничном слое, препятствует возникновению газовой коррозии, образованию термоусталостных трещин, повышает прочность и коррозионную стойкость.

Из анализа конструкций деталей ЛА со сложными каналами, выполненных литьем или ЭЗО [4], установлено, что детали имеют сложные каналы, расположенные, в основном, по окружности (лопатки крыльчаток, турбин, роторов, направляющих аппаратов и др.); поверхности каналов находятся под углом (до 35°) относительно направления потока газа и жидкости в агрегатах с изменением

углов наклона каналов по его длине; геометрические параметры каналов изменяются в широком диапазоне (по диаметру от 30 до 800 мм, по площади сечения отдельного канала от 25 до 1 000 мм², по суммарной площади сечения каналов от 10 до 80 000 мм²); требования к поверхностям каналов по шероховатости $Ra = 0,63 \dots 3,2$ мкм, по точности 0,1...0,3 мм; материалы деталей относят, в основном, к классу трудно обрабатываемых. Шероховатость поверхностей проточной части турбин должна быть $Ra \leq 0,32 \dots 0,63$ мкм, а поверхностей дисков, корпусов, направляющих и сопловых аппаратов – $Ra \leq 1,6 \dots 2,5$ мкм.

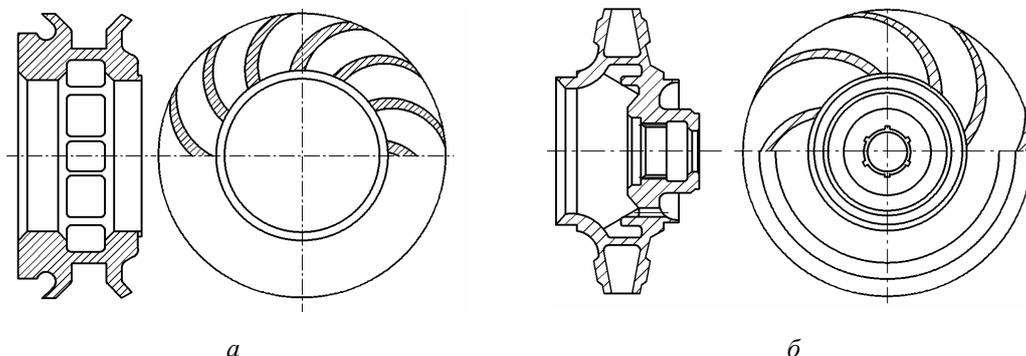


Рис. 1. Сложные высоконагруженные детали ЛА:
а – направляющий аппарат, *б* – крыльчатка

Столь высокие требования к точности и качеству поверхностного слоя приводят к необходимости финишной обработки. При этом применение стандартных методов невозможно при обработке труднодоступных и сложнопрофильных поверхностей.

Нами предложено для обработки деталей ЛА из труднообрабатываемых материалов использовать метод абразивно-экструзионной обработки (АЭО). Суть метода заключается в экструзии под давлением вдоль обрабатываемой поверхности вязкоупругой рабочей среды (РС), наполненной абразивными зёрнами.

Проведены исследования по АЭО поверхностей лопаток в направляющем аппарате с целью определения возможности применения способа для уменьшения шероховатости лопаток после электроэрозионной обработки отливок по выплавляемым моделям (с исходной шероховатости $Rz = 25 \dots 40$ мкм до $Ra = 3,2 \dots 10$ мкм).

Обработка проводилась на установке УЭШ-100 с применением специального приспособления и направляющего аппарата, выравнивающего течение РС вдоль обрабатываемой поверхности (рис. 2).

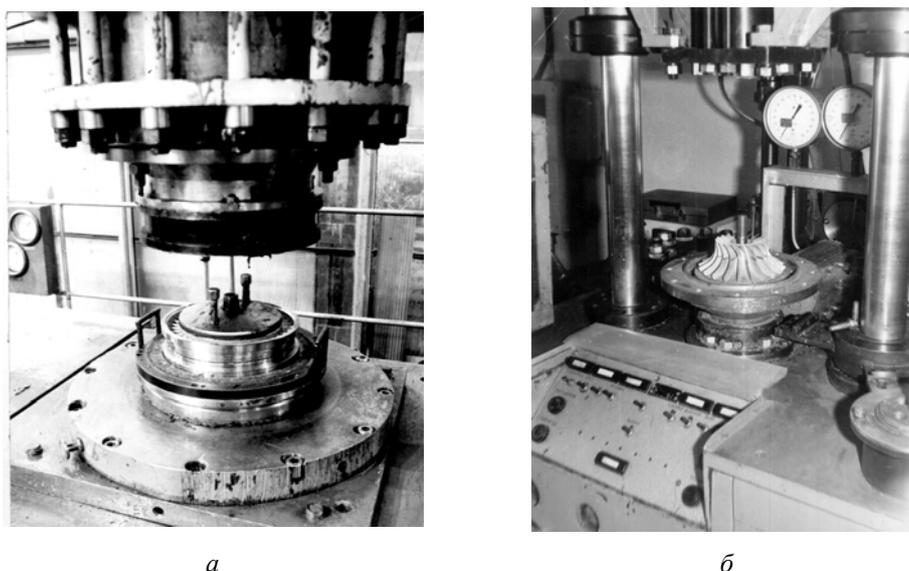


Рис. 2. Общий вид зоны обработки на установке УЭШ-100 с отведенной вверх рабочей камерой при АЭО:
а – направляющего аппарата; *б* – крыльчатки

Обработка проводилась в два этапа. РС для первого этапа приготовлена на основе каучука синтетического диметилсилоксанового термостойкого СКТ (ГОСТ 14680–74, ТУ 38.103694–89) с добавлением 15 % фторопласта Ф-4 и 75 % карбид кремния черный 54С зернистостью F60; давление масла в системе – 12 МПа; количество циклов при обработке – 20; время одного цикла – 50 с. На втором этапе использовался электрокорунд белый 25А зернистостью F100в концентрации 50 %; количество циклов при обработке – 30; время одного цикла – 40 с.

После обработки шероховатость лопаток уменьшилась до 3,2...10 мкм после первого этапа до стабильного значения Ra = 3,2 после второго без существенного изменения профиля лопатки.

Проведенные пробные исследования показали необходимость поэтапной обработки с подбором вида, необходимой зернистости и концентрации абразива на каждом этапе, что требует проведения дополнительных исследований. Необходимо обратить внимание на герметичность и прочность крепления заготовок в приспособлении для избегания попадания абразива в зону контакта деталь – приспособление и предотвращения повреждения поверхностей детали и приспособления. Особого внимания требует точность разработки конструкции и изготовления направляющих и выравнивающих аппаратов для увеличения равномерности обработки.

Библиографические ссылки

1. Сысоев С. К. Экструзионное хонингование деталей летательных аппаратов: теория, исследования, практика: монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2005. 220 с.
2. Константинов Л. С. Напряжения, деформации и трещины в отливках. М. : Машиностроение, 1981. 199 с.
3. Лубнин М. А. Разработка и внедрение технологии экструзионного шлифования труднодоступных поверхностей деталей : автореф. дис... 05.07.04. М. : НИИТМ, 1987. 18 с.
4. Левко В. А. Абразивно-экструзионная обработка: современный уровень и теоретические основы процесса : монография ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2007. 228 с.

© Теряев Н. С., Володин А. Ю., 2015

УДК 629.78.01: 621.59

ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ АКТ ПРИ НИЗКИХ КРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Н. Ф. Янковская, Р. Р. Екимцев, М. В. Егоров
Научный руководитель – Е. В. Раменская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: lena@kraslan.ru

В технологии наземных испытаний изделий АКТ на работоспособность отработка конструкции позволяет оценить новизну и конкурентоспособность. В статье изложены результаты моделирования функции отклика криостата при работе его в условиях низких критических температур.

Ключевые слова: криостат, космическая техника, вакуумная камера, критические температуры.

TEST THE AEROSPACE TECHNOLOGY PRODUCT UNDER LOW CRITICAL TEMPERATURE

N. F. Jankovskaja, R. R. Ekimtsev, M. V. Egorov
Scientific supervisors – E. V. Ramenskaja

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: lena@kraslan.ru

The design test allows us to estimate the novelty and competitiveness the aerospace technology product in technology of ground working capacity test. The article presents the results of the simulation the response function of the cryostat while operating at low critical temperatures.

Keywords: cryostat, aerospace technology, vacuum chamber, critical temperature.

В производстве изделий авиационно-космической техники (АКТ) используются более 40 видов испытаний и 43 наименований операций контроля. Наземные низкотемпературные испытания изделий являются актуальными как с точки зрения отработки новизны научных и технических решений, так и создания конкурентных систем космических аппаратов (КА) с повышенным сроком эксплуатации.

Для проведения низкотемпературных типовых и приемо-сдаточные испытаний на работоспособность и герметичность агрегатов КА, узлов изделий РКТ методами «пролива», «погружения» и «термостатирования» используют криостаты. При этом испытания работоспособности и функционирования базовых агрегатов космических аппаратов, в условиях имитирующих космическое пространство выполняют в вакуумных камерах. Реализация поставленной задачи испытаний требует создания новых испытательных устройств. В этой связи разработан двухрежимный малолитражный криостат, удовлетворяющий требованиям технических условий, программ и методик испытания. В первом режиме испытания агрегатов пневмоавтоматики на герметичность в процессе погружения в жидкий азот конструкция работает как криостат, во втором – при отработки объекта на работоспособность в условиях имитации низкой температуры и вакуума космического пространства, как вакуумная камера [1].

Динамика изменения геометрических величин, характеризующих конкурентные показатели конструкции, исследована моделированием процесса с учетом изменения температуры от 290 до 93 К. Низкие температуры, используемые при испытаниях изделий АКТ, оказывают влияние не только на объект испытания, но также на геометрические параметры конструкции криостата.

В основу моделирования заложена квадратичная зависимость линейного размера толщины стенки криостата от модуля упругости первого рода, коэффициента Пуассона и выпучивания при действии критической силы [2]:

$$h^2 = \frac{P_{кр} \cdot R \sqrt{3 \cdot (1 - \mu^2)}}{\alpha \cdot E}$$

При резких изменениях температуры стенок криогенного оборудования возникают термические напряжения, которые могут разрушить конструкцию. Поэтому охлаждение криогенного оборудования в процессе его эксплуатации является очень ответственным этапом работы и должно производиться с соблюдением определенных требований [3].

Характер изменения функции отклика (см. рисунок), полученной в результате моделирования подтверждает гипотезу о влиянии низких температур на изменение эксплуатационных характеристик криостата.

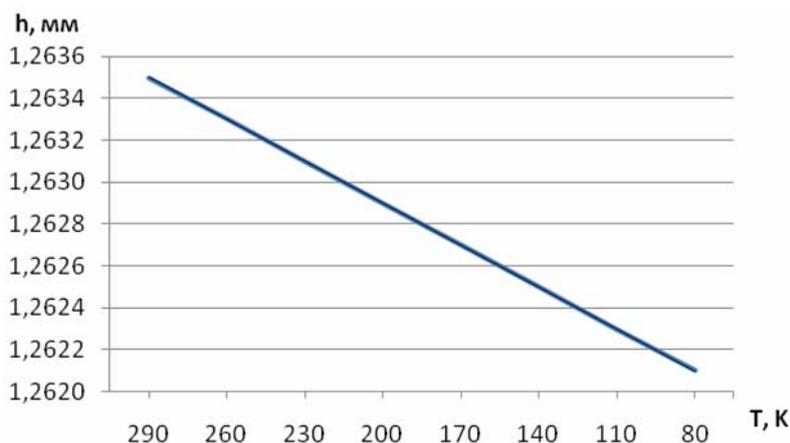


График изменения функции отклика

При линейной аппроксимации была получена математическая модель процесса охлаждения в виде уравнения $h = 1,2637 - 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot T$. В процессе уменьшения температуры рабочего тела происходит утонение толщина стенки криостата в пределах 1 мкм, приводящее к снижению локальной прочности оборудования. Результаты исследования послужили основой для создания новых конструкций малолитражных криостатов.

Библиографические ссылки

1. Криостат. Полезная модель / Е. В. Раменская, Ю. А. Филиппов, Н. В. Батуров и др. Бюл. № 2, 20.01.2014 RU 136878 U1 МПК F25D 3/10.
2. Криогенные системы / А. М. Архаров, В. П. Беляков, Е. И. Никулин и др. М. : Машиностроение, 1987. 380 с.
3. Беляков В. П. Криогенная техника и технология. М. : Энергоиздат, 1982. 272 с.

© Янковская Н. Ф., Екимцев Р. Р., Егоров М. В., 2015

УДК 629.78.002.3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ МДО-ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ КА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАЗМЫ СПД И ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Р. В. Алякрецкий, С. А. Зоммер
Научный руководитель – А. В. Гирн

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ankain-romario@yandex.ru

Предлагается нанесение защитного покрытия методом микродугового оксидирования (МДО) на алюминиевую фольгу марки АД для защиты элементов космических аппаратов от эрозионного воздействия струй стационарных плазменных двигателей (СПД). Отработаны технологические режимы получения защитного покрытия. Проведены тестовые испытания образцов покрытия на воздействие факторов хранения и эксплуатации. Исследования показали, что характеристики покрытий, полученные методом МДО, удовлетворяют требованиям и могут быть использованы в качестве защитных покрытий на космических аппаратах.

Ключевые слова: космический аппарат, антиэрозионные покрытия, микродуговое оксидирование, плазма стационарных плазменных двигателей.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY APPLICATION MAO COATING TO PROTECT THE ELEMENTS OF THE SPACE CRAFTS CONSTRUCTION FROM EXPOSURE TO THE PLASMA SPT AND SPACE FACTORS

R. V. Alyakretsky, S. A. Sommer
Scientific supervisors – A. V. Girn

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ankain-romario@yandex.ru

In this paper, we propose a protective coating by micro-arc oxidation (MAO) on aluminum foil to protect the structural components of spacecraft from the erosive effects of jet stationary plasma thrusters (SPT). The process conditions has been developed for obtaining protective coating. Cover samples has been tested for the effects of factors and storage conditions. Studies have shown that the properties of coatings obtained by MAO satisfy the requirements and can be used as protective coatings on the spacecraft.

Keywords: spacecraft, anti-erosion coating, microarc oxidation, plasma of stationary plasma thrusters.

Для обеспечения функционирования космического аппарата (КА) в течение всего срока активного существования (САС) изделия необходимо, чтобы деградация ряда параметров аппаратуры и систем в процессе эксплуатации не приводила к нарушению его целевого использования [1–3].

Ужесточение требований по массе, энерговооруженности, и повышение требований к ресурсу и надежности КА приводят к уплотнению его компоновочной схемы. Как следствие, возрастает эрозионное воздействие СПД, используемых в качестве двигателей коррекции, на материалы конструкции КА. Обострение конкуренции на рынке космической техники вызывает необходимость в разработке новых и модернизации существующих защитных покрытий с требуемыми характеристиками.

Эрозионное воздействие плазменных струй СПД заключающееся в уносе материала конструкции, в результате длительной бомбардировки ионами газа, приводит к загрязнению внешних поверхностей КА продуктами распыления. Основной характеристикой данного вида воздействия является глубина эрозии, т.е. толщина распыленного слоя.

Предварительная оценка эрозионно-загрязняющего воздействия плазмы, генерируемой стационарными плазменными двигателями, на поверхности панелей солнечных батарей и терморегулирующих покрытий (ТРП) радиатора системы терморегулирования (СТР) КА показала, что данное воздействие может оказать существенное дестабилизирующее воздействие на функционирование КА [1].

Еще одно негативное воздействие плазменных струй СПД проявляется с эрозией электропроводящего слоя (ПЭП) с терморегулирующих покрытий КА, что приводит к накоплению статического заряда и возникновению электропробоев на поверхности КА.

Проведенный предварительный анализ показал, что к веществам, обладающим наибольшей стойкостью к воздействию струи плазмы инертных газов (аргона, ксенона), относится оксид алюминия (Al_2O_3) [2]. Оценочные расчеты показывают, что необходимая толщина защитного покрытия из Al_2O_3 должна быть не менее 30 мкм.

В данной работе предлагается защищать элементы конструкции КА, попадающие под действие плазмы СПД, тонкой (до 100 мкм) алюминиевой фольгой с покрытием из оксида алюминия толщиной до 30 мкм, нанесенного микродуговым оксидированием (МДО), что приемлемо и по весовым характеристикам [3–5]. На конструкции КА, изготовленных из алюминиевых сплавов, покрытия могут наноситься непосредственно на защищаемые поверхности.

Покрытия наносились на установке ИАТ-Т, источник питания которой позволяет осуществлять независимую регулировку анодной и катодной составляющих тока, и одновременно стабилизировать средние величины этих токов, что существенно упрощает проведение процесса МДО и ведет к улучшению качества получаемых покрытий. Источник имеет следующие технические характеристики: диапазон регулируемых напряжений – (0–800 В); диапазон регулируемых токов – (0–120) А/дм²; погрешность стабилизации тока до 5 %.

В качестве подложки использовались образцы фольги АД размерами 150×90 мм и толщиной 100 мкм. Микродуговое оксидирование образцов проводили в слабощелочных водных электролитах различных составов.

Покрытия формировали при соотношении I_k/I_a от 0,8 до 1,2, плотностях тока в диапазоне от 10 до 40 А/дм², продолжительность обработки составляла 2,5–60 мин.

Микродуговое оксидирование проводили в трех электролитах:

- NaH_2PO_4 (40 г/л) + $Na_2B_4O_7$ (30г/л) + NaF (10 г/л) + H_3BO_3 (20 г/л);
- KOH (4 г/л) + Na_2SiO_3 (10 г/л);
- Na_2HPO_4 (20 г/л) + $K_4[Fe(CN)_6]$ (25 г/л) + Na_2MoO_4 (5г/л);

При изучении нанесенных покрытий была выявлена зависимость толщины покрытия от технологических параметров. На основании полученных данных установлены оптимальные режимы нанесения защитных покрытий, отвечающих заданным требованиям по толщине и терморadiационным характеристикам.

В работе [6] были проведены испытания защитных покрытий на воздействие факторов хранения и эксплуатации были изготовлены образцы защитного покрытия на алюминиевой фольге АД по ГОСТ 4784–74 микродуговым оксидированием поверхности. Размер образцов 100×100 мм.

На образцах были проведены следующие виды испытаний:

- циклическое сгибание на диаметре 20 мм;
- ускоренные климатические испытания (УКИ);
- радиационное воздействие;
- термоциклирование.

Для испытания МДО покрытия на стойкость к воздействию СПД была разработана испытательная установка имитационной аргоновой плазмы на базе вакуумной камеры «Булат», которая позволяет при испытаниях сравнивать характеристики стойкости материалов к воздействию плазмы и получить предварительную оценку распыления материалов, выбрать из них наиболее стойкие, рекомендовать их на КА.

Проведенные исследования полученных образцов показали, что после воздействия плазмы у образцов алюминиевой фольги с микродуговым оксидированием поверхности внешний вид остался без изменений. Максимально изменились масса и толщина у образцов полиамидной пленки. Образцы МДО потеряли массу большую, чем образцы алюминиевой фольги, это можно объяснить некоторой

гигроскопичностью МДО покрытий. Толщина покрытий практически не изменилась. Исследования показали, что покрытия полученные методом МДО, могут быть использованы в качестве защитных покрытий на КА.

Библиографические ссылки

1. Исследование загрязняющего воздействия собственной внешней атмосферы и плазмы стационарных плазменных двигателей на космическом аппарате «Экспресс-АМ» / В. А. Смирнов, А. Б. Надирадзе и др. // Вестник СибГАУ. 2006. Вып. 2(10). С. 46–50.
2. Технология тонких пленок : справочник / под ред. Л. Майссела, Р. Глэнга ; пер. с англ. под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко, Т. 1. М. : Сов. радио, 1977.
3. Суминов И. В. и др. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование). М. : ЭКОМЕТ, 2005. 368 с.
4. Технологические возможности микродугового оксидирования алюминиевых сплавов / А. Е. Михеев, В. В. Стацура и др. // Вестник машиностроения. 2003. № 2. С. 56–63.
5. Технология нанесения антиэрозионных покрытий на элементы конструкций космических аппаратов / А. В. Михеев, А. В. Гирн и др. // Вестник СибГАУ. 2010. Вып. 4 (30). С. 130–134.
6. Исследование свойств защитных покрытий для космических аппаратов / А. Е. Михеев, А. В. Гирн, С. С. Ивасев и др. // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 3(49). С. 217–224.

© Алякретский Р. В., Зоммер С. А., 2015

УДК 621.865.8

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

О. Р. Ачкасов

Научный руководитель – Е. В. Сергеева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: olegtipus@mail.ru

Приводится анализ применения интеллектуальных технологий в решении многофакторных задач. Отмечается, что использование научно-технических достижений в области мехатроники открывает новые возможности по решению повседневных задач, а также ставит человека в зависимость от технических средств.

Ключевые слова: искусственный интеллект, мехатроника.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MECHATRONIC SYSTEMS

O. R. Achkasov

Scientific supervisors – E. V. Sergeeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: olegtipus@mail.ru

The paper analyzes the application of intelligent technology in solving problems of multifactorial. It is noted that the use of scientific and technological achievements in the field of mechatronics opens up new possibilities for everyday tasks, and puts people depending on the hardware.

Keywords: artificial intelligence, mechatronics.

Главной особенностью современного этапа развития мехатроники является создание принципиально нового поколения модулей – интеллектуальных мехатронных модулей (ИММ). Как известно, интеллектуальный мехатронный модуль – конструктивно и функционально самостоятельное изделие с синергетической интеграцией механической, электрической (электротехнической), информационной и компьютерной (электронной) частей, которое можно использовать индивидуально и в различных комбинациях с другими модулями [1].

Сегодня мы не можем представить свою жизнь без тех благ, которые стали привычкой: сотовая и Интернет связь, доступные потребительские товары, собственная вычислительная техника с возрастающими мощностями. Все это – плоды технического прогресса, за которым стоит прогресс научный. Наше нынешнее общество принято считать информационным. Но насколько важна зависимость информации, которую мы производим, и теми благами, которые потребляем? Нынешние уровни автоматизации (роботизации), выводят производительность труда, на ранее лишь воображаемые высоты.

Мехатроника находится на стыке наук, достижения в каждой из которых, является достижением и для мехатроники. Электронное цифровое управление становится все более обособленным от человека. Это продиктовано необходимостью независимой и адаптивной работы мехатронных систем. Для управления и обслуживания мехатронной системы, в частности, промышленного робота требуется достаточно высокий уровень знаний.

Неспособность или нежелание участвовать в обмене информацией (знаниями), приводит к тому, что человек оказывается выкинутым из цикла производства благ и услуг. Например, в книге [2] представлен спектр задач по обработке информации. На одном конце спектра обработка чисел, которая может быть легко автоматизирована, на другом, распознавание образов и ситуаций, например, задача по управлению автомобилем. Предположим, водитель обрабатывает непрерывный поток информации от окружающей среды (визуальный, акустический). Чтобы запрограммировать такое пове-

дение, понадобится установить видеокамеры и другие сенсоры, чтобы получать входные данные. Но чтобы сделать, например, левый поворот в условиях встречного движения необходимо учитывать огромный набор факторов. Это некоторый набор правил, повторяющих поведение водителя. Формализация человеческих знаний и встраивание их в программное обеспечение представляет собой сложную задачу.

В начале XXI века еще только предполагалось создать автомобиль без водителя, который смог бы проехать определенный путь самостоятельно. Но спустя всего несколько лет управление автомобилем без водителя перестало быть невозможным. Напротив, превратилось в задачу, перспективность которой стала очевидна всем. В октябре 2010 года Google анонсировал в своем блоге, что удалось создать полностью автономную машину на базе Toyota Prius. Она смогла проехать более 1000 миль по американским дорогам без какого-либо вмешательства со стороны человека. Другим интересным примером является супер-компьютер Watson, разработанный фирмой IBM и спроектированный для участия в телевизионной викторине Jeopardy («Своя Игра»). Он в 2011 году обыграл двух самых успешных игроков. Компьютер способен понимать вопросы в привычной человеку форме. Человек вполне очевидно взаимозависим от современных технических средств, без них мы бы не смогли производить блага и новые знания (информацию). А технические устройства не способны работать независимо от человека, сохраняя при этом свой функционал. Однако эта взаимозависимость рискует стать односторонней, что является одной из проблем XXI века [2]. Современные ученые высказывают свои опасения относительно искусственного интеллекта. Они связаны прежде всего с темпами развития и соотношения человека с ним. Но развитие искусственного интеллекта, это лишь одна практическая область мехатроники.

Механика и электроника роботов развиваются столь же быстрыми темпами. Основные тенденции развития этих областей связаны с миниатюризацией и унификацией, что также увеличивает область применения мехатронных изделий. Их основные преимущества – это способность выполнять сложные движения самостоятельно, что повышает их автономность, гибкость и живучесть. ИММ работают в изменяющихся и неопределенных условиях внешней среды. Упрощение коммуникаций между модулями и центральным устройством управления (вплоть до перехода к беспроводным коммуникациям) позволяет добиваться повышенной помехозащищенности мехатронной системы и ее способности к быстрой реконфигурации. А благодаря компьютерной диагностике неисправностей и автоматической защиты в аварийных и нештатных режимах работы, повышается надежность и безопасность системы. Интеллектуализация сенсоров для ИММ позволяет добиться более высокой точности измерения, программным путем обеспечив в самом сенсорном модуле фильтрацию шумов, калибровку, линеаризацию характеристик вход/выход [3].

Библиографические ссылки

1. Подураев Ю. В. Мехатроника. Основы, методы, применение : учеб. пособие. М. : Машиностроение. 2006. 256 с.
2. Леви Ф., Марнейн Р. Новое разделение труда. Princeton University Press. 2012. 192 с.
3. Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Мехатронные модули. Расчет и конструирование : учеб. пособие. М. : МГТУ «СТАНКИН», 2004. 360 с.

© Ачкасов О. Р., 2015

УДК 629.785

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИССИИ РОЗЕТТА И СПУСКАЕМОГО МОДУЛЯ ФИЛЫ

Е. О. Бабинова
Научный руководитель – В. С. Фаворский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yarsk2_tira@mail.ru

Данная статья повествует о полете аппарата «Розетта» на кометы Чурюмова–Герасименко, содержит описание и технические характеристики устройств, а также хронологию полета и некоторые сделанные научные открытия.

Ключевые слова: космические полеты, высадка на небесные тела, комета Чурюмова–Герасименко, Розетта, Филы (спускаемый аппарат), наука, Хартли-2.

MAIN FEATURES ROSETTA AND PHILAE LANDER MISSION

E. O. Babinova
Scientific supervisor – V. S. Favorskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yarsk2_tira@mail.ru

There is the article about the story of the flight apparatus “Rosetta” to the comet Churyumov-Gerasimenko, contains a description and specifications, as well as the chronology of the flight and made some discoveries.

Keywords: space flights, landing on celestial bodies, Churyumov-Gerasimenko’s Comet, Rosetta, Philae lander, science, Hartley 2.

Испокон веков космическое пространство представляло интерес для человечества, и сейчас, в век высоких технологий, мы можем немного развеять завесу тайны. Множество космических аппаратов отправлены на исследование загадок вселенной, и каждый вносит свой неоценимый вклад. Исследования, проводимые космическими аппаратами, разнообразны: от снимков до образцов материалов. Всё это позволяет ученым составлять новые теории и подтверждать старые. Но иногда новые данные вносят некоторую неопределенность, опровергая существующие мнения, такие случаи достаточно часто происходят при малом количестве испытаний, но тогда полученные результаты нужно рассматривать с позиции математической статистики и увеличивать количество экспериментов, уплотнять исследования.

Некоторое время назад мировое сообщество активно обсуждало теорию о происхождении воды на Земле. Орбитальный телескоп «Грешель» с помощью гетеродинного датчика инфракрасного излучения провел анализ состава воды на комете Хартли-2, а ученые, изучив данные, вычислили процентный состав изотопов водорода льда кометы, и выяснили, что он практически совпадает с Земным ($1,61 \cdot 10^{-4}:1,57 \cdot 10^{-4}$) [1]. Это послужило подтверждением теории о том, что вода на Земле кометного происхождения. Но недавняя экспедиция, долгожданная высадка модуля Филы на комету Чурюмова–Герасименко, подвергло под сомнения эту теорию: «...анализ водяного пара показал, что соотношение дейтерия, то есть тяжелого водорода, к обычному водороду H1 в комете гораздо выше, чем на Земле» [2]. Эта экспедиция уже успела войти в историю как длительностью своего полета (10 лет), так и сделанными открытиями, и продолжается по сей день. Но интерес представляют не только научные сенсации, но и сами аппараты в совокупности с планом полета, об этом немного подробнее.

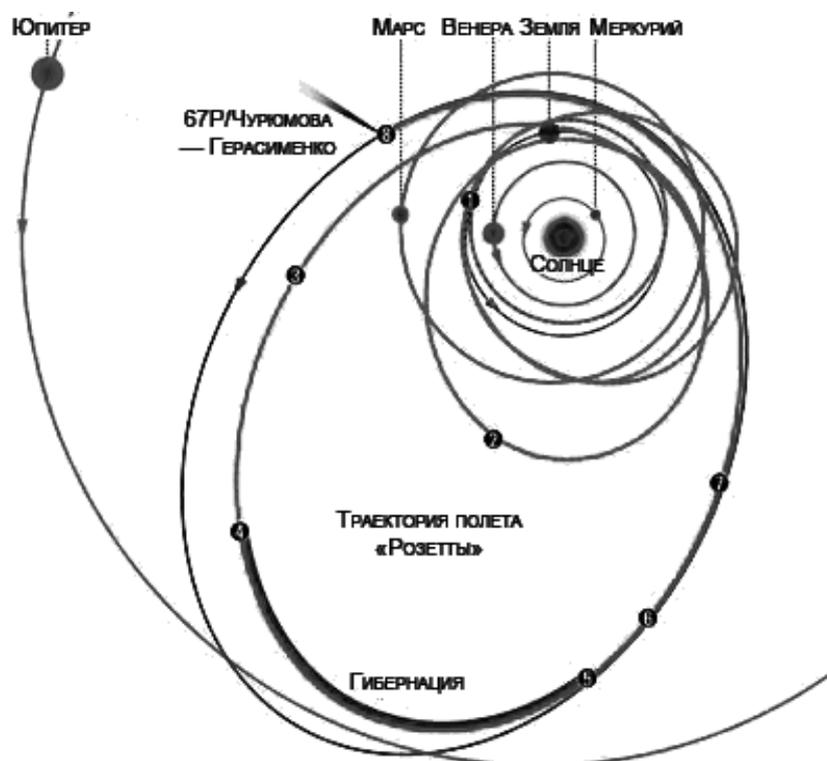
Итак, цель полета: комета Чурюмова–Герасименко. Цикл вращения: 12,4 часа; масса: 10 млрд тонн; объем: 25 км^3 ; плотность: 400 кг/м^3 ; цвет: угольный [3]. Аппарат, полетевший к комете, носит

название «Розетта». «Розетта» состоит из двух частей, непосредственно зонда (дающего название всей системе) и «Филы» – спускаемого модуля [4]. Технические характеристики зонда: тип конструкции – коробчатый; габаритные размеры: 2,8 м*2,1 м*2,0 м; площадь солнечных панелей: 64 м²; длина одной солнечной панели: 14 м; общая длина конструкции (включая длину двух солнечных батарей, соединительные части и приборный блок): 32 м [5]. Устройства, находящиеся в корпусе «Розетты»: приборы дистанционного зондирования (OSIRIS: оптическая спектрографическая инфракрасная система удаленного получения изображения; ALICE: миниатюрный ультрафиолетовый спектрометр с возможностью получения изображения; VIRTIS: тепловой спектрометр видимого и инфракрасного излучения; MIRO: микроволновая печь для исследования природы кометного ядра), анализаторы состава (ROSINA: спектрометр для ионного и нейтрального анализа; COSIMA: анализатор кометных вторичных ионных масс; MIDAS: микроскоп для системного анализа пыли), радиочастотный передатчик для сканирования ядра кометы (CONSERT), анализатор влияния частиц и накопитель пыли (GIADA), ионно-электронный датчик (IES), инструмент для изучения плазменной среды кометы и взаимодействия солнечного ветра (RPC), радио передатчик (RSI), спускаемый модуль «Филы» [4–6]. Технические характеристики ALICE: полоса пропускания – 700–2050 Å; спектральное разрешение – точечный источник 4–8 Å, протяженный источник 8–12 Å; пространственное разрешение: 0,05о*0,6о; поле зрения – 0,05 о*2,0 о+0,1 о*4,0 о; масса/мощность – 3,0 кг/4 Вт. Технические характеристики IES: энергетический диапазон: 1 эВ – 30 кэВ<; энергетическое разрешение: 4 %; поле зрения: 2,8 π стерadian; масса/мощность: 1 кг/1,85 Вт. Технические характеристики MIRO: полоса пропускания – 190 ГГц, ~ 1,6 мм (миллиметровых длин волн), 562 ГГц, ~ 0,5 мм (суб-миллиметровых волнах); спектральное разрешение – <100 кГц (суб-мм); пространственное разрешение – 75 м (мм), 25 м (суб-мм); поле зрения – <22 угловых минут (мм), <8 угловых минут (суб-мм); радиометрическое чувствительность – 1 К (континуум); масса/мощность: 19,9 кг/43 Вт. Технические характеристики ROSINA: массовый диапазон – 12 > 130 САМ; масса разрешение – 1 200–3 650 @ 1 %; чувствительность – 5*106/Торр. [5].

Спускаемый модуль «Филы» на своём борту несёт достаточно большое количество разнообразного оборудования. Устройства, которые входят в состав аппарата: «APXS (Alpha Proton X-ray Spectrometer) – спектрометр альфа-частиц и рентгеновского излучения, является улучшенной версией APXS, установленного на Mars Pathfinder; COSAC (COmetary SAMpling and Composition) – комбинированный газовый хроматограф и масс-спектрометр для анализа образцов горных пород и оценки содержания в них летучих компонентов; Ptolemy – прибор для измерения соотношения долей стабильных изотопов в ключевых летучих компонентах ядра кометы; ÇIVA (Comet Nucleus Infrared and Visible Analyzer) – 6 одинаковых микрокамер для панорамной съёмки поверхности, с матрицами 1024×1024 пикселя каждая; ROLIS (Rosetta Lander Imaging System) – ПЗС-камера для съёмок во время спуска, с разрешением 1024×1024 пикселя; CONSERT (COmet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission) – радар, призванный провести томографию ядра кометы путём измерения распространения в нём электромагнитных волн от «Розетты», для определения его внутреннего строения; MUPUS (MUlti-PURpose Sensors for Surface and Sub-Surface Science) – датчики для измерения плотности, температурных и механических свойств поверхности; ROMAP (Rosetta Lander Magnetometer and Plasma Monitor) – магнитометр и детектор плазмы для изучения магнитного поля ядра кометы и его взаимодействия с солнечным ветром; SESAME (Surface Electric Sounding and Acoustic Monitoring Experiments) – 3 прибора для измерения свойств внешних слоёв кометы: CASSE (Cometary Acoustic Sounding Surface Experiment) – эксперимент по акустическому исследованию поверхности кометы, PP (Permittivity Probe) – исследование её электрических характеристик, и DIM (Dust Impact Monitor) – измерение оседания пыли на поверхность; SD2 (Drill, Sample, and Distribution subsystem) – бур для извлечения образцов горных пород с глубин от 0 до 230 мм и направления их для анализа в подсистемы Ptolemy, COSAC и ÇIVA» [8].

На данный момент модуль «Филы» находится в состоянии сна, но создатели планируют «разбудить» его, когда накопится достаточное количество энергии [9]. Израсходовавший всю энергию бур, был сломан из-за того, что поверхность кометы была несколько тверже, чем рассчитывали специалисты. Но изначально, «Розетту» собирались отправить на другое небесное тело, это была комета 46P «Виртанена», но из-за проблем с запуском, старт отложили на 2003 год, и 1 марта «Ариан-5» положил начало тяжелому 10-и летнему путешествию (траекторию полета см. на рисунке). 4 марта 2005 года «Розетта», наконец преодолев Земную гравитацию, направилась к Марсу. Разогнавшись за счет гравитационного поля красной планеты, которого достиг 25 февраля 2007 года, попутно сделав несколько фотографий, зонд отправился обратно к Земле, дабы ускориться ещё сильнее (13 ноября

2007 г). 5 сентября 2008 года пролетая в поясе астероидов, аппарат снова повернул, и отправил на Землю фотографии астероида «Штейнис». А 13 ноября 2009 г, последний раз облетев Землю, аппарат снова направился в сторону астероидов. 10 июля 2010 года «Розетта» выслала домой фотографии астероида «Лютеция», и 8 июня 2011 года аппарат уснул. Проснуться ему пришлось только 20 января 2014 года, а в мае 2014 зонд полетел к нужной комете и, проделывая маневры, стал заходить на орбиту небесного тела, 6 августа этого же года маневры завершились. Знаменательное событие высадки модуля «Филы» произошло 12 ноября 2014 года, а через 60 часов аппарат «уснул» из-за недостатка заряда батарей, по причине посадке не в расчетном месте и недостатка солнечной энергии [9].



Траектория полета «Розетты»

Увлекательное путешествие продолжается, ведь в скором времени (а именно 13 августа 2015 г) комета пролетит мимо Солнца, и, наконец, «нарастит свой хвост», тогда планируется провести дальнейшие эксперименты и опыты, а завершение программы рассчитано на 31 декабря 2015 г [9]. Ученые с нетерпением ждут пробуждения аппарата, ведь тогда, они смогут сделать новые открытия.

Библиографические ссылки

1. Астрономы нашли на комете Хартли 2 земную воду [Электронный ресурс]. URL: <http://astroinformer.com/news.php?item.69.4> (дата обращения: 4.04.2015).
2. Барина А. О комете 67/P Чурюмова–Герасименко стало известно намного больше [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nat-geo.ru/article/5817-o-komete-67-p-churyumova-gerasimenko-stalo-izvestno-namного-bolshe/> (дата обращения: 4.04.2015).
3. Миссия «Розетты» – как посадить корабль на комету? [Электронный ресурс]. URL: http://www.bbc.co.uk/russian/science/2014/11/141105_rosetta_mission_details_game (дата обращения: 4.04.2015).
4. Розетта (космический аппарат) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Розетта_\(космический_аппарат\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Розетта_(космический_аппарат)) (дата обращения: 4.04.2015).
5. Rosetta: Technical Specifications [Электронный ресурс]. URL: <http://rosetta.jpl.nasa.gov/mission-facts/technical-specifications> (дата обращения: 4.04.2015).
6. Rosetta's Instruments [Электронный ресурс]. URL: http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2013/12/Rosetta_s_instruments_black_background (дата обращения: 4.04.2015).

7. Philae's Instruments [Электронный ресурс]. URL: http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2013/12/Philae_s_instruments_white_bacground (дата обращения: 4.04.2015).

8. Филы (спускаемый аппарат) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/Филы_\(спускаемый_аппарат\)](https://ru.wikipedia.org/Филы_(спускаемый_аппарат)) (дата обращения: 4.04.2015).

9. Смирнов Р. Модуль «Филы» замолчал, но обещал проснуться [Электронный ресурс]. URL: http://www.ng.ru/nauka/2014-11-26/9_fila.html (дата обращения: 4.04.2015).

© Бабинова Е. О., 2015

УДК 629.782

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ МНОГОРАЗОВЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ

Е. О. Бабинова, О. А. Становова
Научный руководитель – В. В. Кольга

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yarsk2_tira@mail.ru

Данная работа посвящена перспективам развития многоразовых космических кораблей, созданию проектных комплексов для разработки многоразовых кораблей с индивидуальными стартовыми комплексами, сложностям их разработки и использования, опыту соответствующих американских и российских проектов для выполнения прикладных задач в космосе.

Ключевые слова: многоразовые космические аппараты, Спейс-шаттл, Программа Буран, запуск, система «Спираль».

ABOUT THE PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF REUSABLE SPACE VEHICLES

E. O. Babinova, O. A. Stanovova
Scientific supervisor – V. V. Kolga

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yarsk2_tira@mail.ru

This work is devoted to the prospects for the development of reusable spacecraft, possible baseline programs for developing reusable space vehicles with “own” start, complexities of their design and use, experience of respective US and Russian projects for implementation of applied tasks in space.

Keywords: reusable space vehicles, Space Shuttle, Buran program, launch, “Spiral” system.

Ракета – одноразовое устройство, как для вывода грузов на орбиту (мирных целей), так и для военных целей. Если для военных целей термин «многоразовая ракета» предполагает достаточно сложную реализацию, то «многоразовый аппарат» для доставки грузов на орбитальные станции более актуален. Возможно, было бы даже удобнее не строить каждый раз новый носитель, а раз за разом использовать одно и то же устройство. Налицо значительная экономия ресурсов и решение экологических проблем, в частности – уменьшение загрязненности околоземного пространства техническим мусором.

Основной объем проектных разработок многоразовых космических кораблей проводился в России (СССР) и США. Но на данный момент обе программы не функционируют. Например, американская программа завершилась из-за дороговизны обслуживания и инновационного истощения [выработки ресурса кораблей] [6], а российская программа остановлена в начале 90-х годов [4; 7]. Развитие программы началось в 1971 году в США и в том же году в СССР. Разработкой занимались Институт прикладной математики АН СССР и НПО «Энергия» в СССР и Северо-Американская корпорация «Роквелл», по поручению НАСА, в США. В США было произведено 135 запусков из них 133 удачных. И в 2011 г. программа завершилась. В СССР, затем в России, ситуация была несколько иной. Первый запуск был осуществлен в 1988 году, став единственным в истории и при этом беспилотным. С 1993 года программа была заморожена [1; 2; 4].

Обе программы были начаты в одно и то же время, советская программа была ответом на американскую, при этом ни в чем ей не уступала и являлась вполне обособленным и самостоятельным инновационным проектом. В виду принятия различных технологических решений, «Спейс-Шаттл» сильно отличался от «Энергия-Буран». Одним из главных отличий в американском проекте является

работа «Шаттла» на собственных двигателях, используя прикрепленный к нему бак с топливом. Это решение имеет ряд недостатков. Использование собственных двигателей в качестве маршевых требует значительного увеличения их мощности, что существенно осложняет конструкцию, размер агрегатов и их вес, и создает при этом ряд эксплуатационных проблем, например обеспечение безопасности. В российской же версии, «Энергия» – отдельная самостоятельная ракета, разработанная ранее, используется для вывод полезной нагрузки – космического корабля «Буран». Это позволило решить ряд технологических проблем, таких как размещение мощных ракетных двигателей за пределами космического аппарата и усовершенствование системы подачи топлива в ракете-носителе. Различия на этом не заканчиваются. «Шаттл» совершает посадку по более крутой траектории, а «Буран» – по более наклонной. Как известно, при крутой посадке конструкция испытывает большие напряжения, поэтому обшивка «Шаттла» укреплена титановыми сплавами, что также несколько утяжеляет конструкцию, в отличие от Бурана, который сделан из алюминиевых сплавов. Также немаловажным является возможность «Бурана» к беспилотному полёту и автономной посадке, «Шаттл» же может приземляться только с помощью ручного управления [1–5; 7].

Но эти два проекта не являются единственными разработками многоцветных космических кораблей. Одним из таких проектов стал космический корабль «Спираль». Разработка проекта началась с 1960 года и была мало кому известна. Основной целью программы было создание пилотируемого орбитального самолета для выполнения технических задач в космосе и обеспечения регулярных перевозок по маршруту «Земля–орбита–Земля». Кроме того, предполагалось и проведение инспекции находящихся на орбите космических аппаратов, а также размещение на борту самолета различных систем вооружения, начиная от традиционных (пушки и ракеты) и кончая перспективными (лазерное, пучковое оружие и прочее) [10]. Сама система представляла собой совокупность двух самолетов. Один из них – по сути, стартовый ускоритель, второй – орбитальный самолет. Также осуществлялась разработка дозвукового самолета-аналога и гиперзвукового аналога. Принцип работы системы «Спираль» заключается в том, что «разгоняющий» самолет выводит орбитальный самолет на орбиту (нижнюю опорную), там происходит отсоединение, и орбитальный самолет начинает отработку самостоятельной программы в верхних слоях атмосферы [8–11].

Несмотря на то, что американская программа «Спейс-Шаттл» уже завершилась, разработки в данной области не прекращаются. Об этом свидетельствует ряд программ. Lунх – суборбитальный аппарат с горизонтальными стартом и посадкой, что отличает его от предшественников [12], «Jupiter» – аппарат, выводимый на орбиту модулем Exoliner (который представляет собой грузовой аппарат-ускоритель) [13]. Кроме того, появился проект X-37В, который представляет собой аппарат схожий с «Шаттлом», но несколько переработанный конструктивно и с измененной компоновочной схемой. Предыдущая схема – пакет была заменена на тандем, и в новой вариации у аппарата появляется две системы двигателей (на первой и второй ступенях, первая используется как стартовый ускоритель), но запускается этот аппарат традиционно – с помощью ракеты носителя «Атлас-5» [14].

Следует заметить, что все виды представленных проектов являются составными, т.е. непосредственно каждый конечный аппарат поднимается в верхние слои атмосферы с помощью другого устройства, в одном случае это ракета, в другом – самолет. Это связано со сложностью преодоления гравитации Земли и возможностью вывода на орбиту. Во всех случаях для такого вывода требуется большой запас топлива и сложная конструкция двигателей. Подбор двигателя и топлива будет одной из самых главных проблем при разработке многоцветного корабля с «собственным» стартом. Чем меньшую массу нужно поднять на орбиту, тем меньше потребуется топлива и тем менее мощными двигателями можно будет воспользоваться. В целом для создания многоцветного корабля «собственного» старта потребуется подобрать эффективное топливо и спроектировать новый двигатель. Теоретически рассчитывается вариант использования аппарата с одной ступенью с возможностью вывода грузов на орбиту в военных или гражданских целях. Для военных целей (разведка, атака и т. д.) наиболее эффективны аппараты с небольшой массой. Второй проблемой является обеспечение прочностных характеристик конструкции. Это не только прочность каркаса и обшивки, но и обеспечение тепловых свойств корпуса. Частые «прыжки» через атмосферу негативно скажутся на обшивке, что потребует профилактики защитных покрытий, или разработки принципиально новых материалов. Ещё одна нерешенная проблема – жесткое космическое излучение. Она станет актуальной при разработке межпланетных перелетов и длительных полетах к Луне. Её решение также требует разработки новых материалов с прогнозируемыми свойствами.

В заключение хотелось бы сказать, что современные технологии, к сожалению, ещё не могут обеспечить создание космического корабля многоцветного использования, обеспечив решение всех

описанных проблем. Однако научный поиск в этом направлении поможет открыть новые горизонты для развития ракетной техники и полетов в космическом пространстве.

Библиографические ссылки

1. Space Shuttle [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Space_Shuttle (дата обращения: 20.12.2014).
2. Energia-Buran (space program) [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Buran_programme (дата обращения: 20.12.2014).
3. Energy (booster) [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Energia> (дата обращения: 20.12.2014).
4. Buran (spacecraft) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Buran_\(spacecraft\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Buran_(spacecraft)) (дата обращения: 20.12.2014).
5. Шаттл против Бурана [Электронный ресурс]. URL: http://www.ispaceman.ru/shatl_protiv_burana (дата обращения: 20.12.2014).
6. Завершение программы Space Shuttle не означает ухода США из космоса [Электронный ресурс]. URL: <http://ria.ru/science/20110708/399110636.html> (дата обращения: 20.12.2014).
7. Частые вопросы: Буран [Электронный ресурс]. URL: <http://www.buran.ru/htm/chavo.htm> (дата обращения: 20.12.2014).
8. Воздушно-орбитальный самолет (ВОС) «Спираль» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.buran.ru/htm/spiral.htm> (дата обращения: 20.12.2014).
9. Авиационно-космическая система «Спираль» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.karyar.ru/index.php?pg=263> (дата обращения: 20.12.2014).
10. Проект «Спираль» [Электронный ресурс]. URL: http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/publications/index.shtml?zhelez_08.html (дата обращения: 20.12.2014).
11. Проект «Спираль» (ОКБ-155) [Электронный ресурс]. URL: http://www.airbase.ru/books/authors/rus/a/afanasiev-i-b/unknown_spaceships/4 (дата обращения: 20.12.2014).
12. About Lynx [Электронный ресурс]. URL: <http://xcor.com/lynx/> (дата обращения: 18.04.2015).
13. Lockheed Martin unveils plan for reusable spacecraft [Электронный ресурс]. URL: <http://thespacereporter.com/2015/03/lockheed-martin-unveils-plan-for-reusable-spacecraft/> (дата обращения: 18.04.2015).
14. X-37B OTV – Spacecraft Information [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spaceflight101.com/x-37b-otv-spacecraft-information.html/> (дата обращения: 18.04.2015).

© Бабинова Е. О., Становова О. А., 2015

УДК 621.793.72

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ, НАНЕСЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

М. Н. Драганюк

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: midraganyuk@yandex.ru

Электродуговая металлизация (ЭДМ) имеет широкие возможности по сравнению с другими методами нанесения металлопокрытий, но также имеет ряд факторов, ограничивающих область применения данного метода. Актуальной задачей является улучшение процесса ЭДМ, что позволило бы расширить область его применения. Мной была проведена исследовательская и конструкторская работа, направленная на улучшение процесса ЭДМ. Было разработано модернизированное приспособление для нанесения покрытий, которое имеет ряд преимуществ над стандартным изделием, и позволяет получать более качественные покрытия.

Ключевые слова: нанесение покрытий, газотермический метод нанесения покрытий, электродуговая металлизация, улучшение процесса ЭДМ.

IMPROVEMENT OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF COATINGS, DEPOSITED BY ELECTRIC ARC SPRAYING

M. N. Draganyuk

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: midraganyuk@yandex.ru

Electric arc metallization (EAM) has a great opportunity compared to other methods of applying metal coatings, but also has some factors, that limit the application field of this method. The actual problem is to improve the EAM process, which would expand the field of its application. I finished some researching and design works aimed to improving the process of EAM. I developed the upgraded device for coating, which has several advantages over the standard product, and allows making better coating.

Keywords: applying metal coatings, thermal spraying, electric arc metallization, improve the process of electric arc metallization.

Потери металла от износа и коррозии металлоконструкций составляют до 30 % от их массы. Поэтому актуальной задачей является защита деталей машин и механизмов от коррозии, а также разработка современных способов их восстановления.

Среди технологий позволяющих реализовать данную задачу интенсивно развивается группа методов газотермического напыления покрытий. В работе был проведен сравнительный анализ этих методов. Результаты анализа показали, что электродуговая металлизация (ЭДМ) по стоимости обработки и производительности предпочтительнее других способов нанесения покрытий. ЭДМ имеет широкие возможности по сравнению со всеми известными методами нанесения металлопокрытий. Однако процесс ЭДМ имеет и недостатки, такие как широкий факел распыла и высокое содержание кислорода в распыляемом металле. Это снижает коэффициент использования материала и качество получаемых покрытий. Покрытия, нанесенные ЭДМ, обладают высокой пористостью, и низкой адгезионной прочностью. Следовательно, актуальной задачей является улучшение характеристик ЭДМ-покрытий, что позволит расширить область применения этого процесса.

Для проведения исследования был взят металлизатор ЭМ-17 (рис. 1). При экспериментальных исследованиях были выявлены следующие недостатки стандартного изделия:

1. Широкий угол распыла и невысокая скорость выхода потока из сопла.

2. Нестабильность течения и непредсказуемое смещение потока относительно оси сопла.
3. Заедание проволоки.

На основе проведенных исследований, мной была разработана модернизация стандартного изделия (рис. 2), с целью устранить недостатки стандартного и с целью усиления газодинамического воздействия на периферийные области струи металла, и дальнейшего улучшения качества покрытий.

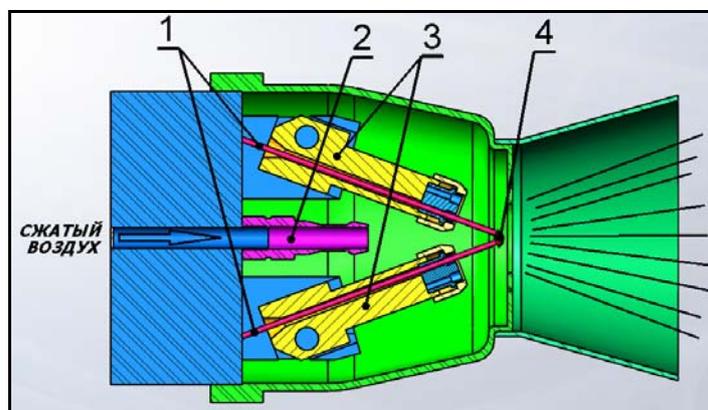


Рис. 1. Схема стандартного изделия ЭМ-17:
1 – проволока из распливаемого металла; 2 – воздушное сопло;
3 – направляющие; 4 – дуга

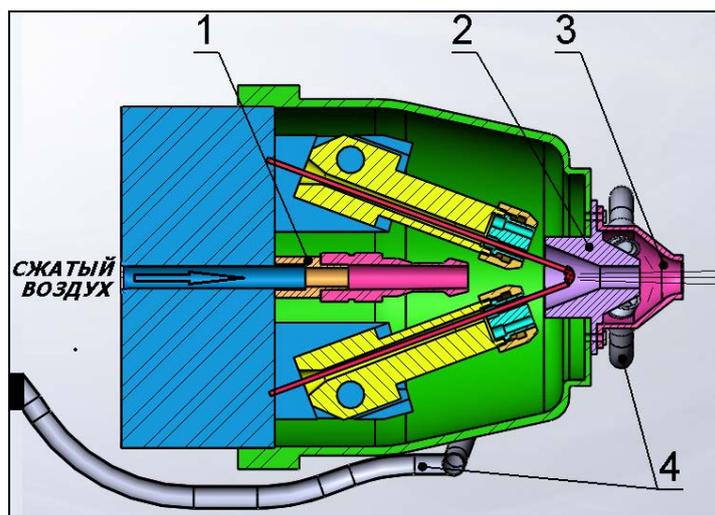


Рис. 2. Схема модернизированной версии изделия ЭМ-17:
1 – переходник – удлинитель; 2 – модернизированное сопло;
3 – формователь потока; 4 – трубопроводы подачи обжимающего потока

Для улучшения течения потока воздуха, был разработан удлинитель-переходник. Тем самым поток воздуха, при подходе к дуге имеет меньший разброс и более высокую скорость. Устраняются потери во внутренней полости сопла до подхода воздуха к дуге.

Для улучшения ЭДМ-процесса, и повышения качества и стабильности выходных параметров, было сконструировано новое сопло, в котором истекающий поток, имеет меньший угол распыла, и более высокую скорость истечения. В модернизированном сопле предусмотрено создание обжимающего потока воздуха для усиления газодинамического воздействия на периферийные области струи металла. Данный поток должен обжимать центральную подачу воздуха, который переносит напыляемый материал. Тем самым уменьшается факел распыла и увеличивается скорость напыляемых частиц.

Сравнительный анализ стандартного изделия (рис.3) с модернизированной версией (рис. 4) проведенный в SolidWorks Flow Simulation показал, что угол распыла, разброс частиц, и потери воздуха наблюдающиеся в стандартном изделии, в модернизированном были устранены. Графическое изображение потока показывает преимущества модернизированного сопла над стандартным.

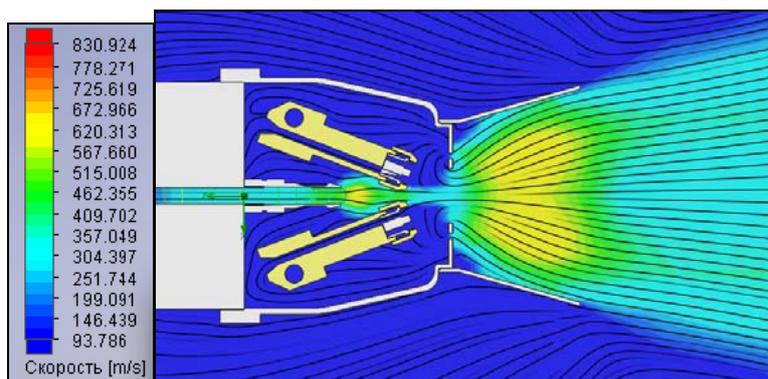


Рис. 3. Графическое изображение истекающего потока из стандартного сопла ЭМ-17

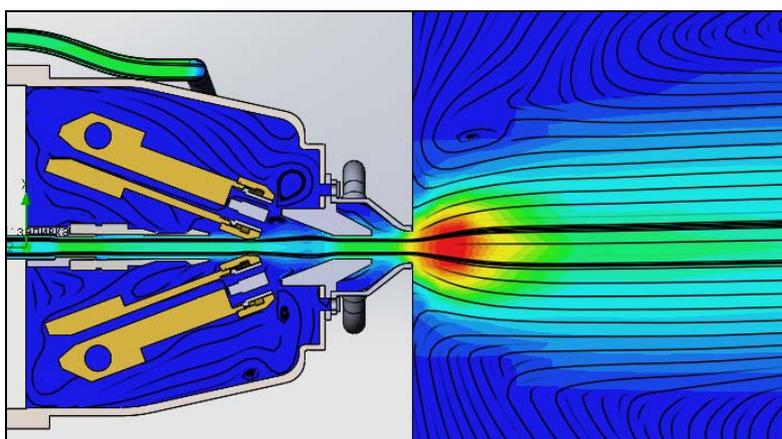


Рис. 4. Графическое изображение истекающего потока из сопла модернизированного образца

Путем введения модернизаций было усилено газодинамическое воздействие, а именно:

1. Изменено расположения зоны плавления проволок относительно среза сопла;
2. Усилено воздействия потоком газа на зону горения дуги, увеличение тепловложения;
3. Увеличены скорость вылета расплавленного материала, а следовательно и сцепление покрытия с деталью. Что увеличивает качество получаемых покрытий.
4. Основная концентрация распыляемых частиц находится по оси сопла.

Библиографические ссылки

1. Газотермическое напыление [Электронный ресурс]. URL: <http://ural-welding.ru/ru/articles/gazotermicheskoe-napylenie/sverhzvukovoe-gazovozdushnoe-napylenie.html> (дата обращения: 01.04.2015).
2. Хасуй А., Моригаки О. Наплавка и напыление. М. : Машиностроение, 1985. 45 с.
3. Рогов В. А., Ушомирская Л. А., Чудаков А. Д. Основы высоких технологий : учеб. пособие. М. : Вузовская книга, 2001. 256 с.

© Драганюк М. Н., 2015

УДК 629.7.01

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ РАКЕТЫ НОСИТЕЛЯ В CAD СИСТЕМЕ CREOPARAMETRIC

В. Г. Маханьков, М. Г. Маньков
Научный руководитель – Е. В. Кулаков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

Благодаря использованию принципов «Ассоциативности» и «Нисходящего проектирования» при проектировании изделия, появляется возможность проводить изменения в геометрии и компоновке конструируемого изделия с минимальными затратами времени и ресурсов.

Ключевые слова: САПР, проектирование РН, ассоциативность, нисходящее проектирование.

DESIGN 2ND STAGE ROCKET IN CAD SYSTEM «CREO PARAMETRIC»

V. G. Makhankov, M. G. Mankov
Scientific supervisor – E. V. Kulakov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

Using principles of “Associativity” and “Descending designing” at product designing, allow to spend changes in geometry and configuration with the minimum expenses of time and resources.

Keywords: CAD system, rocket design, associativity, descending designing.

С развитием CAD-систем появляются новые возможности проектирования ракетно-космической техники и других изделий. В настоящее время возникает большая потребность в унификации компонентов изделий и создание для них модульных конструкций. Такие конструкции в ракетостроении позволяют создавать изделия различных классов и назначений, используя при этом одну и ту же схему компоновки, применяя стандартные узлы. Ярким примером такой ракеты является ракета носитель (РН) «Ангара», которая, в зависимости от исполнения, может выполнять широкий спектр задач по выводу грузов в космическое пространство, при довольно высокой степени унификации узлов. Используя модульную конструкцию, максимально упрощается процесс проектирования нового РН. С помощью современных систем автоматизированного проектирования (САПР) существенно снижается стоимость и время на проектирование нового изделия.

Одной из таких систем является Creo Parametric, которая относится к CAD системам верхнего уровня, позволяющая проводить полный комплекс работ, связанных с проектированием изделия.

К основным проектным параметрам (ОПП), влияющих на геометрию конструкции РН относят: стартовую тяговооруженность, высоту целевой орбиты, характеристики двигательных установок, масса полезной нагрузки.

На этапе эскизного проектирования двухступенчатого носителя, задаются ОПП. Стартовая тяговооруженность изменяется в определённых пределах, двигательная установка подбирается исходя из высоты целевой орбиты и совокупности масс РН и требуемой полезной нагрузки. Высота целевой орбиты является фиксированным параметром. Вследствие того, что тяговооруженность, высота орбиты и характеристики двигательных установок полностью определяют параметры РН, масса полезной нагрузки является уточняемым параметром, и определяются в процессе расчета по первым трём ОПП. Двигательные установки подбираются из ряда имеющихся образцов. Существует возможность использования одновременно двух и более двигателей на одной ступени.

Основные этапы проектирования:

- 1) баллистический расчет;

2) по результатам расчета, полученная информация используется для дальнейшей работы в САПР CreoParametric;

- 3) разработка и параметризация каркасной модели изделия;
- 4) разработка и параметризация каркасных моделей отсеков;
- 5) проектирование базовой геометрии проектируемого носителя.

Согласно принципу нисходящего проектирования главная сборка включает в себя каркасную модель, содержащую в себе базовую геометрию и опорные элементы, а также набор параметров, полученных в расчетах. На основе главной каркасной модели создаются каркасы отсеков и узлов, в которые передается необходимая информация. Наследуя геометрию каркасов, создается геометрия моделей (рис. 1). При изменении входных параметров главного каркаса ассоциативно изменяются размеры всех каркасов, что ведет к перестроению геометрии всего проектируемого изделия (рис. 2).

Размеры некоторых элементов, рассчитываются непосредственно в самой каркасной модели или в геометрической модели деталей и сборок. Например, радиусы днищ связаны с диаметром миделя формулой

$$R_{\text{дн}} = 1,152 \cdot d_{\text{м}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{дн}}$ – радиус днища; $d_{\text{м}}$ – диаметр миделя. Аналогичным образом заданы геометрические размеры других элементов. Диаметры магистральных труб подачи компонентов топлива рассчитываются, исходя из объемного расхода топлива применяемой двигательной установки и т. д.

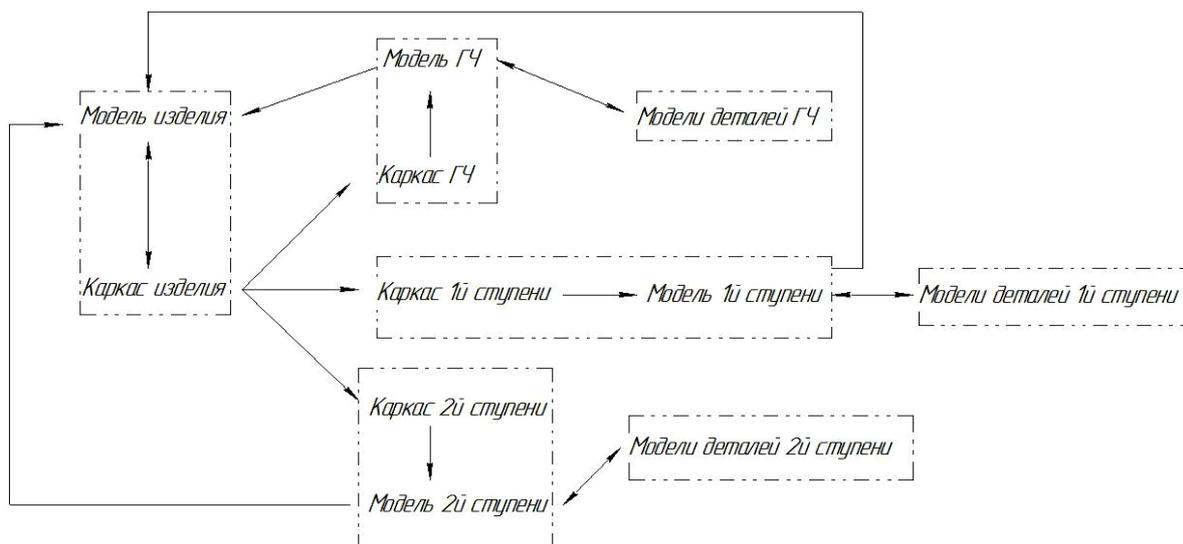


Рис. 1. Структура сборки

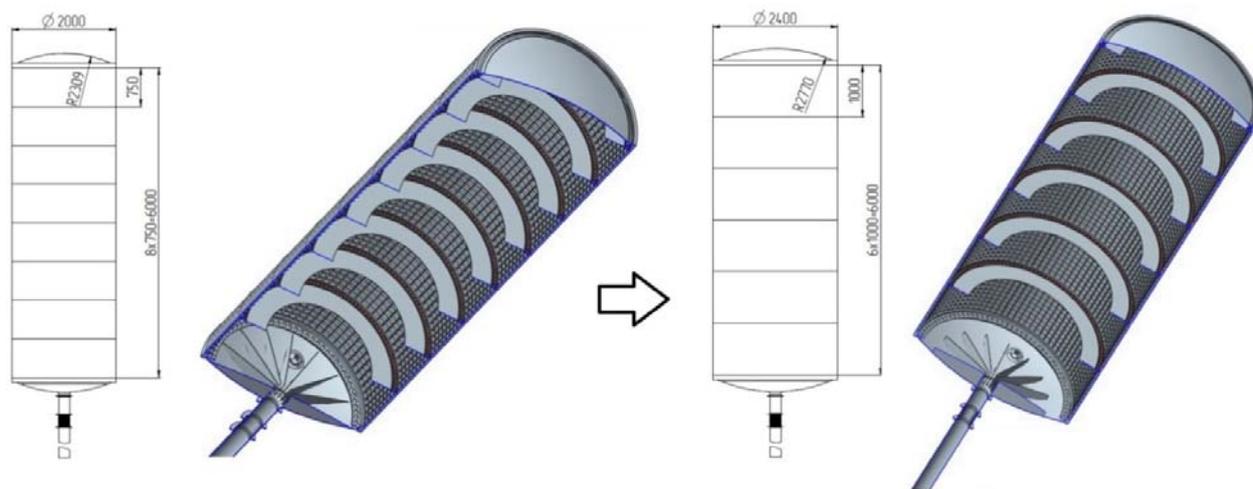


Рис. 2. Схемы и модели бака «О» первой ступени различной конфигурации

Проектируя двухступенчатую РН, используя принципы «Ассоциативности», «Нисходящего проектирования» и унификации конструкции появляются широкие возможности более гибко управлять конечным видом изделия, корректируя входные ОПП. В результате новая модель изделия генерируется в кратчайшие сроки и с минимальными материальными затратами.

Библиографическая ссылка

1. Маханьков В. Г. Основы проектирования и возможности CreoParametric 2.0 / ОАО «Красмаш». Красноярск, 2014. 59 с.

© Маханьков В. Г., Маньков М. Г., 2015

УДК 621.865.8

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Д. К. Синяков
Научный руководитель – Е. В. Сергеева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: dmitriisinyakov@mail.ru

Приводятся примеры проектирования мехатронных и робототехнических устройств.

Ключевые слова: мехатроника, проектирование, робототехническое устройство.

DESIGNING MECHATRONIC AND ROBOTIC DEVICES

D. K. Sinyakov
Scientific supervisors – E. V. Sergeeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dmitriisinyakov@mail.ru

The paper presents an example of the design of mechatronic and robotic devices.

Keywords: mechatronics, engineering, robotic devices.

Мехатроника – это современное направление науки и техники, которое стремительно развивается в последнее время во всем мире.

Цель мехатроники состоит в создании интеллектуальных машин и движущихся систем (роботов), обладающих качественно новыми функциями и свойствами.

Предметом мехатроники являются методы проектирования и компьютерного управления, а также новые технологические и информационные процессы, которые обеспечивают все этапы жизненного цикла при создании новых модулей и машин.

Задача мехатроники состоит в интеграции знаний из ранее обособленных областей (механики, компьютерного управления, информационных технологий и микроэлектроники). Научно-техническое решение можно считать «мехатронным», если все компоненты не просто взаимодействуют друг с другом, но при этом образованная система обладает новыми свойствами [1].

Сегодня к рынку наукоемкой продукции предъявляются жесткие требования по показателю цена/качество для нового поколения машин. Мехатроника уже вошла не только в профессиональную, но и в повседневную жизнь современного человека. Бытовые машины, автомобили, и цифровые устройства построены на мехатронных принципах. Поэтому в последние годы целый ряд мировых фирм-производителей продвигают свои новые товары на рынок под брендом мехатроники.

Стремительное развитие мехатроники в мире является закономерным процессом, который вызван принципиально новыми требованиями рынка к показателям качества технологических машин и движущихся систем. В последнее время класс машин или узлов машин базируется на использовании достижениях точной механики, в том числе микроразмерной и наноразмерной. Рассмотрим структурный состав для проектирования мехатронных устройств:

- 1) устройства числового программного управления;
- 2) средства предоставления информации людям;
- 3) преобразователи (устройства подготовки сигналов);
- 4) устройства ввода данных от человека – оператора;
- 5) устройства логического и аппаратного согласования одних устройств с другими (адаптеры);
- 6) датчики состояния мехатронных устройств;
- 7) выходное механическое звено;

- 8) электромеханические преобразователи;
- 9) управляемые источники питания.

При объединении мехатронных узлов (модулей, звеньев) образуется мехатронная машина, которая в дальнейшем приобретает возможность управляемого перемещения. При проектировании макро мехатронных устройств в целом используются те же способы и приемы, что и в проектировании изделий машиностроения и приборостроения. Проектирование микро и, особенно наномехатронных изделий отличается существенной спецификой, связанной с особенностями технологии и моделирования, методами расчета, навыками и знаниями разработчика.

Проектирование функций различных элементов мехатронного устройства должно осуществляться таким образом, чтобы цели служебного назначения изделия достигались совместным выполнением этих функций без их дублирования и с максимальным эффектом (принцип синергетики) [2].

Добиться качественно новых характеристик позволяет конструктивное объединение элементов системы в единый модуль. Объединение в одном устройстве различных по своей физической сущности составляющих является сложной задачей. Ее решение основывается на современных научно-технических знаниях в области конструирования, технологий изготовления и управления машинами в сочетании с инженерной интуицией и изобретательством, без которых удачное и оригинальное решение невозможно.

Дальнейшее развитие мехатроники будет определяться тем, насколько эффективно будут решаться поставленные задачи при разработке и производстве мехатронных модулей, систем и машин нового поколения. При этом технико-экономическая эффективность модульных технологий проектирования определяется следующими основными факторами:

- сокращением сроков и трудоемкости проектирования многокоординатных мехатронных машин, относительно низкая цена благодаря высокому уровню унификации и стандартизации элементов и интерфейсов;
- возможностью быстрой реконфигурации системы в специализированную машину под конкретную технологическую задачу без функциональной избыточности;
- повышенной надежностью и ремонтпригодностью сложных комплексов при эксплуатации, так как модули являются объектом серийного производства [3].

В истории мировой инженерной деятельности изделия мехатроники и робототехники являются относительно новым продуктом, их разработка не исключается из общего русла развития инженерии. В то же время существует много различных взглядов на проектирование мехатронных и робототехнических устройств. Еще больше существует методов и методик проектирования, регламентированных корпоративными, отраслевыми и даже государственными нормативами.

Библиографические ссылки

1. Подураев Ю. В. Мехатроника. Основы, методы, применение : учеб. пособие. М. : Машиностроение, 2006. 256 с.: ил.
2. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2012. 608 с.
3. Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Мехатронные модули. Расчет и конструирование : учеб. пособие. М. : МГТУ «СТАНКИН», 2004. 360 с.: ил.

Секция
«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВО
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»

УДК 629.783

**ЗАЩИЩЕННЫЙ ПРОТОКОЛ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ
В СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ**

Е. С. Агеева
Научный руководитель – И. Н. Карцан

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: separise@gmail.com

Предлагается способ защиты информации при ее передаче с помощью спутниковой связи по схеме: наземная станция, спутник-ретранслятор, наземная станция. В качестве метода представлен защищенный протокол, шифрующий с помощью RSA. Данный протокол реализован для Интернет-соединения.

Ключевые слова: спутниковая связь, криптография, передача данных, защищенный протокол.

**SECURE PROTOCOL FOR DATA TRANSMISSION IN THE SATELLITE
COMMUNICATIONS**

E. S. Ageeva
Scientific supervisors – I. N. Kartsan

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: separise@gmail.com

This article provides a method of protecting information during transmission by using satellite communication scheme: ground station, relay satellite, ground station. A secure protocol is proposed to use as a method. Was selected encryption algorithm RSA. This protocol is implemented for the Internet connection.

Keywords: Satellite communication, cryptography, data transmission, secure protocol.

Достижения в научно-технической области существенным образом влияют на развитие технологий вооруженного противоборства. В современных условиях военные ведомства ряда государств развивают технологию сетецентрических войн. Сетецентрическая война, основным содержанием которой является перевод информационных преимуществ, присущих отдельным информационным технологиям, в конкретное преимущество за счет объединения в стойкую сеть информационно обеспеченных, географически рассредоточенных сил, может вестись на всех уровнях военных действий – тактическом, оперативном и стратегическом. В настоящее время для отправки данных (команд управления) все чаще используется спутниковая связь. Использование такого вида связи означает то, что все данные передаются по незащищенному каналу связи, а значит, такие системы подвержены уязвимости, которая носит название «человек посередине». Таким образом, для того, чтобы не было возможности перехвата или внедрения, требуется принять меры по защите этого канала связи. Чтобы обеспечить доступность, целостность и конфиденциальность информации.

Новым технологиям подготовки и ведения военных действий необходимо противопоставить соответствующие технологии в вооружении и военной технике, дополнив их разнообразием тактических приемов и способов с учетом сильных и слабых сторон как своих войск, так и войск противника.

Целью работы является представление возможного способа реализации защиты информации.

Основным способом обеспечения безопасности передачи данных в беспроводном спутниковом канале является применение аппаратно-программных средств защиты данных. Во-первых, весь обмен информацией с внешними сетями контролируется в соответствии с заданной политикой безопасности на пограничных маршрутизаторах и межсетевом экране оператора. Во-вторых, передаваемые данные шифруются с помощью фирменных алгоритмов криптозащиты производителя спутникового оборудования. В-третьих, постоянный сбор статистики по работе сети и серверов позволяет технической службе эффективно отслеживать и корректировать функционирование сети в любое время суток.

Ниже будет представлен метод защиты информации для её передачи по схеме следующего вида: наземная станция, спутник-ретранслятор, наземная станция. Данная схема представлена на рисунке, представленном ниже.

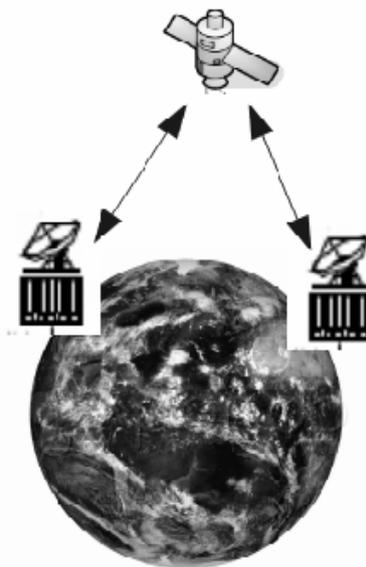


Схема передачи данных

В качестве способа защиты предлагается использовать защищенный протокол передачи текстовых сообщений, к примеру, каких-либо команд. Для проверки работоспособности протокола была разработана его реализация в виде программы, которая позволяет передавать зашифрованные текстовые сообщения, абстрагируясь над протоколом *TCP*, а также расшифровывать их. Данные шифруются с помощью алгоритма шифрования *RSA*. Этот алгоритм был выбран из-за простоты реализации.

Пользователь может выбрать роль клиента или сервера. В случае выбора роли сервера, он может задавать порт, к которому будет подключаться клиент, и размер ключа (256, 512, 1024, 2048 бит).

Если была выбрана роль клиента, то затем потребуются ввести *IP*-адрес и порт сервера.

В ходе проверки криптографического протокола не было обнаружено ошибок при расшифровке. Был выявлен несущественный недостаток, связанный со скоростью передачи и получения сообщений. Низкая скорость связана с тем, что перед отправкой каждого нового сообщения заново генерируется пара ключей.

Данная программа работает, используя для передачи данных Интернет-соединение. О том, какой порт указывать следует договориться заранее. Программа сама не делает запрос на открытие порта, это может использоваться для защиты от нежелательного подключения третьих лиц. Если третье лицо не знает порт, который слушает сервер, то ему потребуется сначала узнать его.

В случае применения спутниковой связи следует учитывать ещё и то, что данные передаются по открытому каналу к космическому аппарату [1]. Также следует учитывать, что возможно возникновение ошибок при передаче. Для обнаружения ошибок предлагается использовать код Хемминга.

Код Хемминга относится к классу совершенных кодов, т. е. исправляя любую однократную ошибку, он не способен исправить ни одной ошибки более высокой кратности. Хотя обнаружить он может и однократные, и двукратные ошибки. Поэтому при обнаружении ошибок дальнейшее декодирование проводится в предположении, что в кодовой комбинации произошла более вероятная, однократная ошибка [2].

Программа является реализацией спецификации протокола, который был разработан специально для защиты данных и предотвращения угрозы проведения атаки «человек посередине». Планируется создать функцию добавления кода Хемминга в спецификацию протокола и проверить работоспособность его расширенной данным включением реализацией.

Помимо аппаратно-программных средств защиты спутниковые операторы применяют комплекс организационных и административных мер по защите своих узлов связи.

При соблюдении всего комплекса мер безопасности пользователи получают одно из самых защищенных в мире телекоммуникационных решений, отвечающее высочайшим требованиям к конфиденциальности информации. Спутниковые системы гибко настраиваются, что позволяет адаптировать их в соответствии с растущими запросами клиентов, работающих в высокотехнологичных отраслях. Так, для нефте- и газодобывающих компаний спутниковая связь считается сегодня стандартом де-факто. Это значимый довод в пользу спутниковых технологий.

Таким образом, был представлен один из способов защиты данных, передающихся с помощью спутниковой связи по схеме вида: наземная станция, спутник ретранслятор, наземная станция.

Библиографические ссылки

1. Немировского А. С. Радиорелейные и спутниковые системы передачи : учебник для вузов. М. : Радио и связь, 1986. С. 192.
2. Акулиничев Ю. П. Теория электрической связи : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2010. С. 87.

© Агеева Е. С., 2015

УДК 621.3.076.52

КОМПЕНСАЦИЯ МНОГОЛУЧЕВОСТИ СТАЦИОНАРНОГО НАВИГАЦИОННОГО ПРИЕМНИКА*

А. В. Василенко¹, И. В. Тяпкин²
Научный руководитель – В. И. Серенков

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: servlad@list.ru

²Красноярский научный центр СО РАН
Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
E-mail: Aronakss@yandex.ru

Исследуется способ компенсации влияния многолучевости для стационарных навигационных приемников. Способ заключается на основе повторяемости трасс движения навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС, с периодом в 17 витков.

Ключевые слова: спутниковые радионавигационные системы ГЛОНАСС, многолучевость, стационарный навигационный приемник.

COMPENSATION FIXED MULTIPATH NAVIGATION RECEIVER

A. V. Vasilenko¹, I. V. Tyapkin²
Scientific supervisors – V. I. Serenkov

¹Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: servlad@list.ru

²Krasnoyarsk scientific center SO RAC
50, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation
E-mail: Aronakss@yandex.ru

This article explores a way to compensate for multipath effects for stationary navigation receivers. The method is based on the frequency of traffic routes of navigation satellites GLONASS, with a period of 17 turns.

Keywords: satellite radio navigational systems, GLONASS, multipath, navigation receiver stationary.

При работе навигационной аппаратуры потребителя в городских условиях, а также в любых других ситуациях, характеризующих наличие других отражающих предметов, на вход приемника, кроме сигнала НС, поступают переотраженные от местных предметов сигналы [1; 2] т. е. возникает ошибка оценивания псевдодальности и псевдоскорости. Кроме того, искажаются формы дискриминационных характеристик дискриминаторов задержки, фазы (или частоты), что тоже негативно сказывается на точности формируемых оценок [3–5].

Так как в приемнике осуществляется корреляционная обработка сигналов, а используемые в ГЛОНАСС фазоманипулированные сигналы не коррелированы при сдвиге кодовой последовательности на длительность τ_c символа дальномерного кода, задержка огибающей отраженного сигнала на величину большую или равную τ_c , не влияет на работу приемника. Указанное обстоятельство можно использовать для грубой оценки псевдодальности, обусловленной многолучевым распространением сигнала, а именно $\delta \bar{D}_{\text{млр,мах}} = c \delta t_{\text{млр,мах}} = \tau_c c$, что составляет около 600 м при использовании кода стандартной точности и около 60 м при использовании ВТ-кода [1].

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение от 28.10.2014 г. № 14.574.21.0131, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57414X0131).

Одним из методов борьбы с многолучевостью является использование модели помех.

В основу построения модели помех лежат следующие предпосылки:

- при использовании аппаратуры МРК-33 [2] в составе беззапросной измерительной станция антенная система неподвижна и находится в точке с известными координатами;
- повторяемость трасс движения спутников и зон радиовидимости для наземных средств, интервал которой составляет 17 витков.

Модель помех строится в 4 этапа:

1. Накопление данных на первые 17 витков.
2. По данным строится таблица зависимости значения помехи от азимута, угла места, витка и литерной частоты, начиная с угла места 15° . Значение помехи оценивается как разность кода и фазы навигационного сигнала, после компенсации влиянием ионосферы двухчастотным методом. Из всех полученных значений на одном витке, вычитают значения в зените, для устранения фазовой неоднозначности.
3. Полученные данные используются для компенсации следующих 17 витков.
4. По остаточным данным от компенсации корректируется таблица помех для следующих 17 витков.

Измерения проводились на испытательном стенде Сибирского федерального университета предназначенного для оценки точностных характеристик беззапросных измерительных станций

Навигационный сигнал принимается АС БИС и подается вход исследуемой навигационной аппаратуры МРК33 из состава беззапросной измерительной станции. Измеренные данные передаются на ПЭВМ на которой происходит их накопление и дальнейшая обработка. МРК-33 синхронизирован с водородным стандартом частоты Ч1-1006.

Измерения проводились для «1» витка с 00:00:00 по 23:59:59 03.03.2012, «18» витка с 00:00:00 по 23:59:59 11.03.2012 и «35» витка с 00:00:00 по 23:59:59 19.03.2012.

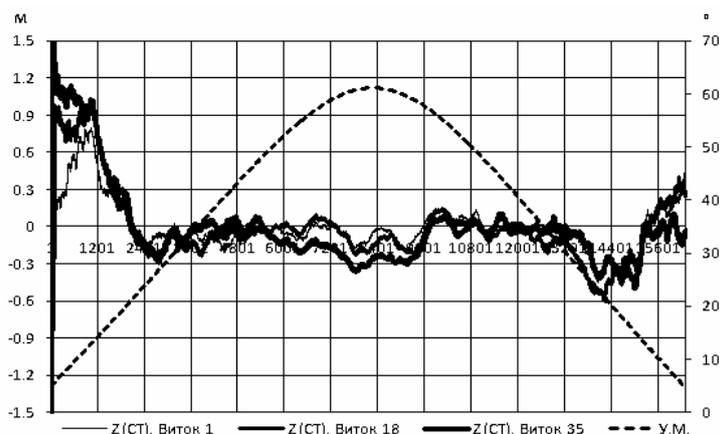


Рис. 1. «1», «18» и «35» виток для НКА 22 ГЛОНАСС

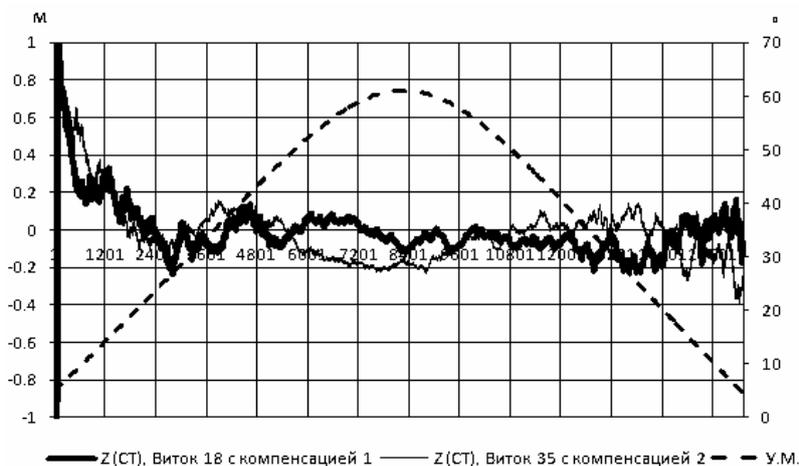


Рис. 2. «18» и «35» виток с компенсацией для НКА 22 ГЛОНАСС

На рис. 1, 2 наблюдается корреляция между величиной Z построенной для «1» и «18» витка, и «18» и «35» витка соответственно, коэффициент которой представлен в таблице. Отличия могут быть обусловлены изменившейся помеховой обстановкой в окрестностях АС БИС.

Коэффициент корреляции для выборочных 5 спутников

№ системной точки НКА ГЛОНАСС	Коэффициент корреляции.	
	«1» виток и «18» виток	«18» виток и «35» виток
2	0,706	0,738
8	0,562	0,635
13	0,853	0,573
16	0,795	0,629
22	0,913	0,772

Таким образом, на основе построенной модели помех удалось компенсировать влияние многолучевости в 2,7 раза на углах места выше 15°.

Библиографические ссылки

1. Перов А. И., Харисов В. Н. «ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования». М. : Радиотехника, 2010. С. 287–288.
2. Прибор МРК-33 ПрМ. Руководство по эксплуатации УЭ2.029.038 РЭ. Отраслевой документ. 2007. 57 с.
3. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Редакция 5.0. М. : КНИЦ ВКС, 2002.
4. Шарфунова Т. Г., Тяпкин В. Н., Дмитриев Д. Д. Точность измерения навигационных параметров в навигационной аппаратуре потребителя спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС, оснащенной антенной решеткой // Радиотехника. 2013. № 6. С. 22–25.
5. Увеличение точности угловых измерений в фазированных антенных решетках при адаптации / В. Н. Тяпкин, Д. Д. Дмитриев, Е. Н. Гарин и др. // Промышленные АСУ и контроллеры. 2013. № 6. С. 70–75.

© Василенко А. В., Тяпкин И. В., 2015

УДК 621.396.677.33

ОЦЕНКА ЭФЕМЕРИД НАВИГАЦИОННЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ГЛОНАСС ПО ИЗМЕРЕНИЯМ МЕЖСПУТНИКОВОЙ РАДИОЛИНИИ¹

А. Н. Москалев, Д. С. Муратов
Научный руководитель – В. И. Серенков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: servlad@list.ru

Описаны условия, и результаты первого натурального эксперимента по синхронизации бортовых шкал времени навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС по взаимным межспутниковым измерениям псевдодальности.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, межспутниковая линия, синхронизация шкал времени, временные поправки.

EVALUATION EPHEMERIS NAVIGATION SPACECRAFT OF GLONASS MEASUREMENTS INTER-SATELLITE RADIOLINES

A. N. Moskaliev, D. S. Muratov
Scientific supervisors – V. I. Serenkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: oborona-81@yandex.ru

This article describes the conditions and results of the first full-scale experiment on the synchronization onboard time scales of GLONASS navigation satellites on mutual intersatellite measurements pseudo-range.

Keywords: GLONASS inter-satellite line synchronization of time scales, time correction.

В космической навигационной системе ГЛОНАСС имеется возможность проводить межспутниковые измерения дальности между космическими аппаратами (КА) орбитальной группировки (ОГ) по межспутниковой радиолинии по принципу «каждый с каждым». Задача данной работы заключается в решении обратной задачи орбитальной динамики, которая состоит в определении начальных условий движения КА (уточнении опорных эфемерид) по измерениям в рамках выбранной модели движения КА в инерциальной системе координат. Опорные эфемериды – параметры движения КА, заложенные с Земли.

Рассмотрим ОГ с n КА или точек с номерами $\{1, 2, \dots, n\}$. Структура ОГ имеет следующий вид: номинальные орбиты всех КА почти круговые, наклонения орбит почти одинаковы, имеется $k_p = 3$ орбитальных плоскостей, отличающихся долготой восходящего узла $\Omega_i (i = 1, \dots, k_p)$, $\Omega_i = \Omega_{i-1} + \Delta$,

где $\Delta = \frac{180^\circ}{k_p}$ – постоянный сдвиг между плоскостями, в каждой плоскости движется по $\frac{m}{k_p}$ КА.

Между каждой парой КА системы с номерами i и j , находящимися во взаимной радиовидимости, имеется измерение дальности D^{ij} в момент времени t_k , ($k = 1, \dots, m$). Требуется по измерениям D^{ij} определить параметры \mathbf{u} модели измерений $D^{ij}(\mathbf{u}, t_k)$. Составляющими вектора уточняемых

¹Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение от 28.10.2014 г. № 14.577.21.0155, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0155).

параметров \mathbf{u} являются отклонения опорных эфемерид от «истинных» в орбитальной системе координат: $S_0^i, T_0^i, W_0^i, \dot{S}_0^i, \dot{T}_0^i, \dot{W}_0^i, S_0^{jn-1}, \dots, T_0^{jn-1}, W_0^{jn-1}, \dot{S}_0^{jn-1}, \dot{T}_0^{jn-1}, \dot{W}_0^{jn-1}$, где S_0, T_0, W_0 – отклонения по радиусу, вдоль орбиты и по бинормали, соответственно, $\dot{S}_0, \dot{T}_0, \dot{W}_0$ – отклонения по составляющим вектора скорости. Таким образом, определение \mathbf{u} сводится к решению следующей системы уравнений

$$\mathbf{G}\mathbf{u} = \mathbf{d}, \quad (1)$$

где \mathbf{G} – матрица частных производных от измеренных значений дальностей по \mathbf{u} ; \mathbf{d} – вектор невязок между измеренными значениями дальности и их расчетным аналогом.

В общем случае [1] система $\mathbf{G}\mathbf{u} = \mathbf{d}$ для определения искомым параметров имеет ряд переменных, связанных линейной зависимостью, т. е. некоторые параметры являются ненаблюдаемыми. В результате этого система является некорректной или плохообусловленной.

Альтернативным вариантом решения проблемы ненаблюдаемости [2, 3] является добавление к межспутниковым измерениям измерений по наземным пунктам (Е), что способствует тому, что задача становится корректной. В данной работе были смоделированы измерения по 4-м разнесенным станциям в Москве (Щелково), Комсомольске-на-Амуре, Калининграде и Хабаровске.

Вычисление \mathbf{u} осуществляется рекуррентным методом наименьших квадратов:

$$\begin{aligned} \mathbf{u}_{s+1} &= \mathbf{u}_s + \tau_{s+1} \mathbf{B}_s \mathbf{g}_{s+1}^T (\mathbf{g}_{s+1} \mathbf{u}_s - \mathbf{d}_{s+1}), \\ \mathbf{B}_{s+1} &= \mathbf{B}_s \tilde{\mathbf{B}}_s \mathbf{D}_s, \\ \tau_{s+1} &= \left(\lambda + \mathbf{g}_{s+1} \mathbf{B}_{s+1} \mathbf{g}_{s+1}^T \right)^{-1}, \end{aligned}$$

где $s=1, \dots, (n-1)m$; \mathbf{g}_s – строка матрицы \mathbf{G} с номером s . Элементы $\tilde{\mathbf{B}}_s$ и \mathbf{D}_s вычисляются по экономному алгоритму пересчета матричных треугольных сомножителей для положительно определенной матрицы.

Численный эксперимент в данной работе проводился по следующему алгоритму. Сначала моделируются измерения на мерном интервале соответствующем одному витку, в которые вносятся случайные ошибки, распределенные по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и дисперсией 30 см. Далее мерный интервал сдвигается на 1 час и по новым начальным параметрам движения проводится прогноз на 1 виток с использованием бортовой модели движения. Затем измерения накапливаются на новом мерном интервале и весь процесс уточнения и прогнозирования повторяется. Длительность всего интервала моделирования составляет 30 суток.

В таблице приведены среднеквадратические ошибки (СКО) и значения максимальных (по модулю) отклонений уточненных эфемерид от эталонных значений. В таблице приведены результаты лишь для трех КА из каждой плоскости орбитальной группировки, находящиеся в системных точках с номерами 2, 11, 20 в следующих направлениях: по радиусу S , вдоль орбиты T и бинормали W на всем 30 – суточном временном интервале.

Среднеквадратичные ошибки и максимальные отклонения эфемерид

КА	Направления	СКО, м			Максимальные ошибки, м		
		SVD	R, $\Lambda = 10^{-3}$	E	SVD	R, $\Lambda = 10^{-3}$	E
2	S	0,11	0,10	0,10	0,36	0,37	0,60
	T	4,87	4,74	0,62	9,76	9,33	3,78
	W	0,89	0,97	0,34	2,75	2,78	2,09
11	S	0,12	0,12	0,12	0,55	0,57	0,98
	T	1,80	1,99	0,62	4,86	5,65	5,73
	W	3,23	3,08	0,36	7,85	7,36	5,17
20	S	0,18	0,16	0,18	0,51	0,44	0,44
	T	1,24	0,97	0,78	3,57	2,44	3,45
	W	3,24	3,23	0,47	8,12	8,29	3,04

По результатам анализа данных таблицы могут быть сделаны следующие выводы. Применение регуляризации за счет правильно выбранного добавка предпочтительнее по сравнению с SVD разло-

жением, так как достаточно прост в использовании, не требуется специальных сложных вычислений, не меняется общая структура решаемой задачи. Использование измерений по наземным пунктам обеспечивает достаточно хорошую сходимость процесса, поэтому если имеется возможность получать измерения данного вида и производить качественную фильтрацию от разных шумов, атмосферных задержек целесообразно решать проблему ненаблюдаемости третьим способом.

Библиографические ссылки

1. Шарфунова Т. Г., Тяпкин В. Н., Дмитриев Д. Д. Точность измерения навигационных параметров в навигационной аппаратуре потребителя спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС, оснащенной антенной решеткой // Радиотехника. 2013. № 6. С. 22–25.
2. Фатеев Ю. Л., Гарин Е. Н., Дмитриев Д. Д. Измерение угловой ориентации вращающегося объекта // Успехи современной радиоэлектроники. Зарубежная радиоэлектроника. 2012. № 9. С. 69–75.
3. Экспериментальные исследования погрешности измерения псевдодальностей в аппаратуре потребителей навигационной информации с фазированной антенной решеткой / В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев, Т. Г. Шарфунова и др. // Вестник СибГАУ. 2013. № 3. С. 143–148.

© Москалев А. Н., Муратов Д. С., 2015

УДК 629.783

**СИНХРОНИЗАЦИЯ БОРТОВЫХ ШКАЛ ВРЕМЕНИ НАВИГАЦИОННЫХ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ГЛОНАСС ПО ВЗАИМНЫМ
МЕЖСПУТНИКОВЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ²**

А. В. Царюк, Д. С. Муратов
Научный руководитель – В. И. Серенков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: servlad@list.ru

Описаны условия и результаты первого натурального эксперимента по синхронизации бортовых шкал времени навигационных космических аппаратов ГЛОНАСС по взаимным межспутниковым измерениям псевдодальности.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, межспутниковая линия, синхронизация шкал времени, временные поправки.

**SYNCHRONIZATION ONBOARD TIME SCALE NAVIGATION SPACECRAFT
GLONASS BY MUTUAL INTER-SATELLITE MEASUREMENTS**

A. V. Carjuk, D. S. Muratov
Scientific supervisors – V. I. Serenkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: servlad@list.ru

This article describes the conditions and results of the first full-scale experiment on the synchronization onboard time scales of GLONASS navigation satellites on mutual intersatellite measurements pseudo-range.

Keywords: GLONASS inter-satellite line synchronization of time scales, time correction.

Совершенствование эфемеридно-временное обеспечение (ЭВО) ГЛОНАСС может осуществляться [1] с использованием межспутниковой радиолинии для проведения измерений и обмена информацией между НКА для уточнения ЭВИ на борту.

В настоящее время часть НКА орбитальной группировки ГЛОНАСС [2-4] уже оснащена бортовой аппаратурой межспутниковых измерений (БАМИ), которая позволяет проводить взаимные измерения псевдодальности и обмен цифровой информацией (ЦИ) между ними. Это дало возможность провести натуральный эксперимент и получить оценку потенциально достижимой точности синхронизации бортовых шкал времени НКА по межспутниковым измерениям на основе ежечасного расчета параметров привязки единичных ШВ к единой орбитальной шкале времени.

Эксперимент проводился при следующих условиях.

Задействовались 4 НКА «Глонасс-М» с условными номерами 742, 744, 745, 746. Частотно-временные поправки, рассчитанные с использованием измерений БАМИ, в навигационном кадре не излучались, осуществлялось их накопление в бортовом архиве для апостериорного анализа. В качестве ведущего был выбран НКА № 744. Длительность эксперимента 5 суток. Оценка длительности взаимных ЗРВ пар НКА, участвовавших в эксперименте, приведена на рисунке.

²Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение от 28.10.2014 г. № 14.577.21.0155, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0155).

№ НКА	744	742	745	746
744		100	0	85
742	100		0	63
745	0	0		50
746	85	63	50	

Длительность взаимных ЗРВ пар НКА
в процентах от длительности витка

В качестве параметров, характеризующих точность полученных ЧВП, использовались среднее значение δ_{ij}^{B3} и среднеквадратическое отклонение σ_{ij}^{B3} погрешности взаимной синхронизации ШВ пар НКА δ_{ij}^{B3} , получаемой при использовании временных поправок, рассчитанных на борту по измерениям БАМИ, на интервале эксперимента.

Все результаты испытаний сведены в таблицу.

Статистические характеристики погрешности взаимной синхронизации шкал времени пар НКА

	Номера пары НКА	СКО, нс	Среднее значение, нс	Минимальное значение, нс	Максимальное значение, нс
1	742–744	0,6	0,1	-1,7	1,4
2	742–745	1,0	-0,1	-2,7	2,6
3	742–746	0,9	0,6	-1,8	2,9
4	744–745	0,9	-0,1	-2,1	2,2
5	744–746	0,8	0,5	-1,3	2,4
6	745–746	1,0	0,6	-1,5	4,0

Как следует из приведенных данных, среднее значение погрешности взаимной синхронизации σ_{ij}^{B3} шкал времени пар из четырех НКА не превышало 0,6 нс, СКО погрешности принимало значения от 0,6 до 1 нс. Поскольку в применяемых алгоритмах определения РШВ используется осреднение оценок, полученных по результатам сличений со шкалами времени различных НКА, то при увеличении количества НКА в контуре синхронизации следует ожидать повышения ее точности.

Разброс значений σ_{ij}^{B3} для разных пар НКА может объясняться отличием их пространственного расположения относительно ведущего НКА и циклограммой работы БАМИ, исключающей возможность проведения взаимных измерений для некоторых пар.

Как видно из рисунка, в данном случае НКА № 742 находится в ЗРВ ведущего НКА на всем витке, НКА № 746 – на 85 % витка, а НКА № 745 вообще не имеет ЗРВ с ведущим НКА. При этом в соответствии с использованной циклограммой работы БАМИНКА № 745 проводит взаимные измерения только с НКА 746, с которым имеет ЗРВ на 50 % витка.

В данном эксперименте для НКА № 745 привязка к ШВ ведущего НКА была возможна только через НКА № 746 и отсутствовала возможность осреднения результатов определения РШВ, полученных по нескольким НКА. Кроме того, вследствие значительных перерывов в ЗРВ НКА № 745 с НКА № 746 (до 50 % витка, см. рисунок) интервалы прогнозирования расхождения собственной ШВ относительно ШВ ведущего достигали нескольких часов, в отличие, от НКА № 742, где соответствующие интервалы не превышали одного часа.

Этими обстоятельствами объясняется пониженная по сравнению с другими НКА точность привязки ШВ НКА № 745 к ШВ ведущего НКА, что повлекло в свою очередь ухудшение взаимной синхронизации его ШВ с ШВ других НКА (см. таблицу).

Для НКА № 742 условия решения задачи были наилучшими по сравнению с другими, поскольку на протяжении всего витка он находился в ЗРВ ведущего и на каждом сеансе проводил взаимные измерения с ним. При этом решения, полученные на НКА № 745 не оказывали влияния на решения,

получаемые на НКА № 742, поскольку НКА № 745 не проводит измерений с ведущим. Этими обстоятельствами объясняется наивысшая по сравнению с другими НКА точность ЧВП НКА № 742.

Библиографические ссылки

1. Глобальная навигационная система ГЛОНАСС. Система высокоточного определения эфемерид и временных поправок (СВОЭВП). Интерфейсный контрольный документ. Редакция 3.0.

2. Фазовые измерения в угломерной аппаратуре ГЛОНАСС/GPS без разрешения фазовой неоднозначности / Ю. Л. Фатеев, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, и др. // Научные технологии. 2014. № 9. С. 16–19.

3. Разрешение фазовой неоднозначности в угломерной навигационной аппаратуре ГЛОНАСС/GPS / Ю. Л. Фатеев, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, и др. // Успехи современной радиоэлектроники. 2014. № 5. С. 67–70.

4. Измерение угловой ориентации вращающегося объекта / Ю. Л. Фатеев, Е. Н. Гарин, Д. Д. Дмитриев и др. // Успехи современной радиоэлектроники. Зарубежная радиоэлектроника. 2012. № 9. С. 69–75.

© Царюк А. В., Муратов Д. С., 2015

УДК 621.396.677.33

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ В НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС, ОСНАЩЕННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКОЙ*

Н. С. Цыремпилова, Т. Е. Хавроница
Научный руководитель – В. И. Серенков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: servlad@list.ru

Рассматриваются результаты экспериментальных исследований по уменьшению погрешности многолучевого приема при измерении навигационных параметров по дальномерному коду и фазе сигналов космических аппаратов в высокоточной навигационной аппаратуре потребителя при применении антенных решеток.

Ключевые слова: Спутниковая навигация, погрешность измерения, антенная решетка.

THE MEASUREMENT ACCURACY OF NAVIGATION PARAMETERS IN USER EQUIPMENT GLONASS SATELLITE NAVIGATION SYSTEM, EQUIPPED WITH AN ANTENNA ARRAY

N. S. Tsyrempilova, T. E. Khavronina
Scientific supervisors – V. I. Serenkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: servlad@list.ru

Are examined reduction multipath reception errors in the measurement of the navigation parameters for distance measuring code and phase signals of satellites in high-precision navigation equipment for consumer use antenna arrays.

Keywords: Satellite navigation, measurement error, the antenna array.

На современном этапе развития методов обработки сигналов навигационных космических аппаратов (НКА) в навигационной аппаратуре потребителя (НАП), случайная погрешность измерения кодовой псевдодальности по открытым сигналам СРНС уменьшена до единиц сантиметров [1–3].

Однако в общем бюджете погрешностей измерения навигационных параметров на первый план выходит погрешность, обусловленная многолучевым приемом. При работе НАП в городских условиях, а также в любых других ситуациях, характеризующихся наличием отражающих предметов, на вход приемника, кроме сигналов НКА, поступают переотраженные от местных предметов сигналы.

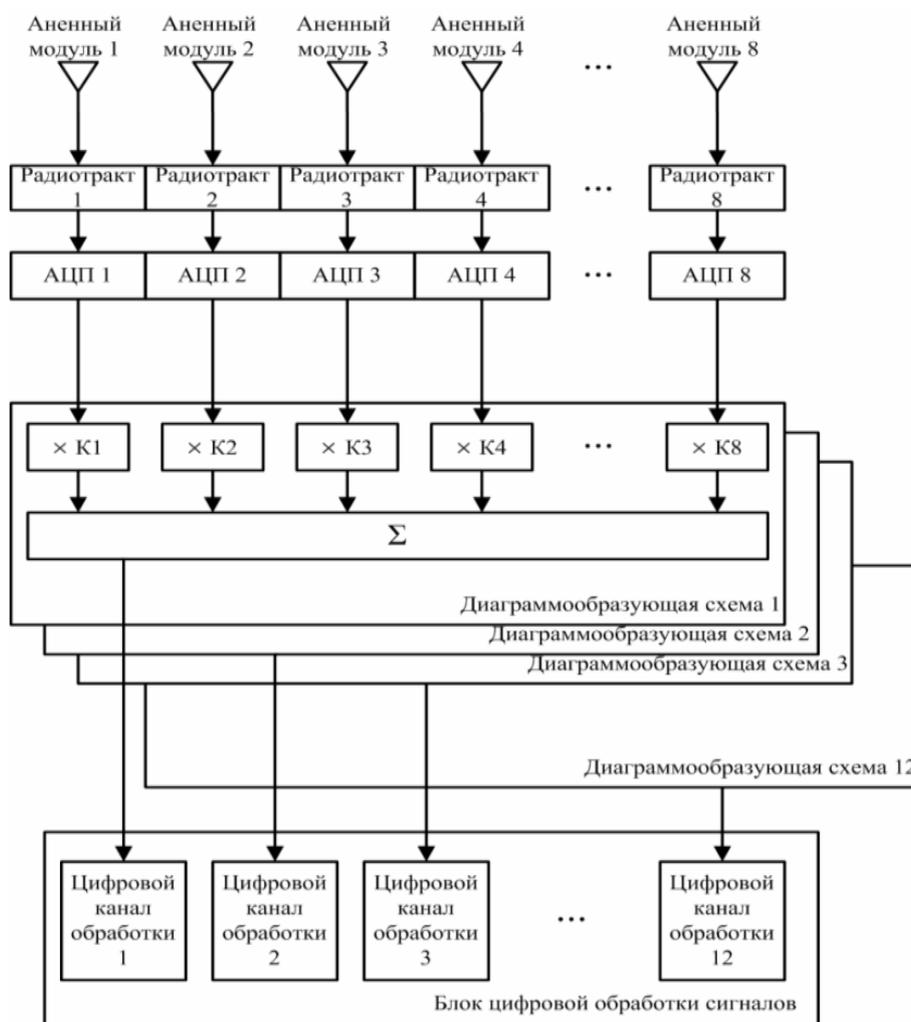
Суммирование всех принятых сигналов на входе приемника приводит к результирующему сигналу, который флуктуирует по амплитуде, фазе и задержке огибающей, т. е. возникает ошибка оценивания псевдодальности и псевдоскорости.

Данная составляющая погрешности эффективно уменьшается применением специальных конструкций антенн НАП, исключающих прием сигнала с малых углов места. Это могут быть или антенны специальной конструкции, или антенные решетки (АР), позволяющие реализовать методы пространственной селекции.

В качестве иллюстрации эффективности применения методов пространственной селекции для уменьшения погрешности многолучевого приема. Методы пространственной селекции реализованы

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение от 28.10.2014 г. № 14.574.21.0131, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57414X0131).

при помощи макета восьмиэлементной АР с цифровым формированием диаграммы направленности(ДН), структурная схема которой приведена на рисунке.



Структурная схема навигационного приемника с восьмиэлементной АР

Аналоговая часть АР состоит из восьми антенных модулей с восемью подключенными к ним радиотрактами. Сигналы с радиотрактов поступают на АЦП, и далее на цифровую часть приемника, состоящую из диаграммообразующей схемы (ДОС) и блока цифровой обработки сигнала (БЦОС).

Для оценки случайной составляющей погрешности измерений АР по навигационным сигналам НКА использовались разностные методы, в которых оценка случайной погрешности определяется по разности параметров, измеренных на два независимых однотипных устройства, которые синхронизированы от одного стандарта частоты и времени.

ДОС можно сконфигурировать так, чтобы в отдельном канале обработки данных использовалась только часть антенн, для этого нужно для неиспользуемых антенн установить весовые коэффициенты, равные нулю. В частности, можно сделать так, чтобы каждый БЦОС принимал сигналы с разных антенн, и таким образом получить до 8-ми полностью независимых приемных трактов. При этом эти приемные тракты полностью синхронизированы, поскольку работают от единого синтезатора опорных сигналов.

Аналогично, можно создать независимые приемные тракты, которые работают с отдельными антенными решетками, состоящими из 2-х или 4-х антенн.

Для сравнения погрешности измерения псевдодальности различными каналами навигационного приемника, каналы приемника № 1–8 были подключены каждый к одному из элементов антенной решетки А1–А8, соответственно. Все каналы приемника были настроены на прием сигнала ГЛОНАСС с литерой –3.

Все результаты испытаний сведены в таблицу.

Результаты экспериментальных исследований по измерению разности псевдодалности

Вариант полукомплекта антенной решетки	Погрешность измерения псевдодалности, мм	
	ПСВД	Фаза
Одиночные антенны	70,7	2,8
Антенная решетка с двумя антеннами	99,0	1,1
Антенная решетка с четырьмя антеннами	84,0	0,84
Полукомплект МРК-33	224,6	9,5

Сравнение результатов измерений разностей псевдодалности, полученных при приеме сигналов НКА на одиночные антенны и двух- и четырехэлементные АР, а также с аппаратурой МРК-33 показывает существенное увеличение точностных характеристик при применении АР, в первую очередь за счет уменьшения влияния многолучевого приема.

Полученный результат объясняется наличием пространственной селекции при использовании в навигационных определениях суммарного сигнала АР, т. е. производится фокусировка ДН на источник сигнала, тем самым существенно снижается влияние многолучевого приема на точность навигационных определений. Кроме того, при использовании суммарного сигнала резко возрастает мощность принятого навигационного сигнала на выходе антенной системы, что повышает отношение сигнал/шум, устойчивость слежения за задержкой и фазой сигнала.

Таким образом, применение методов пространственной селекции позволяет не только осуществлять пространственное разделение навигационных сигналов и помех, но также существенно повысить точность навигационных определений за счет уменьшения влияния многолучевого приема.

Библиографические ссылки

1. Алгоритм адаптации фазированных антенных решеток на основе неполного ряда Фурье и его применение в целях пеленгования / В. Н. Тяпкин, Д. Д. Дмитриев, Ю. Л. Фатеев, и др. // Научные технологии. 2014. № 9. С. 5–10.
2. Фазовые измерения в угломерной аппаратуре ГЛОНАСС/GPS без разрешения фазовой неоднозначности / Ю. Л. Фатеев, Д. Д. Дмитриев, В. Н. Тяпкин, и др. // Научные технологии. 2014. № 9. С. 16–19.
3. Создание помехозащищенных навигационных приемников, способных измерять пространственную ориентацию объектов / В. Н. Тяпкин, Ю. Л. Фатеев, Д. Д. Дмитриев, и др. // Успехи современной радиоэлектроники. 2014. № 5. С. 61–65.

© Цыремпилова Н. С., Хавронова Т. Е., 2015

Секция
«ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»

УДК 621.454.2

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ВАКУУМНЫХ ИСПЫТАНИЙ
РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Я. Ю. Бакулин, Е. Н. Ярцев
Научный руководитель – В. Ю. Журавлев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Bakulin.1992@yandex.ru, vz@sibsau.ru

Предлагается совершенствование методики проведения заключительных вакуумных испытаний ракетного двигателя. Изучены существующие методики испытаний, проанализированы недостатки и предложена возможность введения автоматизации при обработке результатов.

Ключевые слова: вакуумные испытания, суммарная негерметичность.

**MODERNIZATION PROCESS OF CONCLUDING VACUUM TEST ROCKET ENGINES
BY INTRODUCING AUTOMATION ELEMENTS**

Ya. Y. Bakulin, E. T. Yarcev
Scientific supervisor – V. Yu. Zhuravlyov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Bakulin.1992@yandex.ru, vz@sibsau.ru

The paper proposes to improve the methods of the final vacuum test of the rocket engine. Examine existing test procedures, analyzed the shortcomings and suggested the possibility of introducing automation in processing the results.

Keywords: vacuum test, the total leakage.

Важнейшей задачей при производстве изделий ракетно-космической техники является обеспечение качества технологических процессов и надежности функционирования как отдельных элементов, так и изделий в целом. Жидкостный ракетный двигатель представляет собой высоконагруженное энергетическое изделие, работающий в условиях больших давлений, температур, инерционных и динамических нагрузок. Поэтому необходимым условием нормальной эксплуатации всех элементов выступает требование по обеспечению герметичности всех соединений [1].

Контроль суммарной негерметичности крупных блоков жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и ЖРД в сборе осуществляют в барокамерах подачей в полость изделия воздушно-гелиевой смеси (см. рисунок). Если газоанализатором устанавливается факт негерметичности изделия, то с помощью течеискателя находят местоположение течи и оценивают возможность ее устранения на основе разработки специальной ремонтной технологии [2].

Основной проблемой и недостатком подобного метода испытаний является трудоемкость процесса поиска места негерметичности в случае отклонения значений показаний тачеискателя. Также довольно трудоемким процессом является пересчет итоговых значений суммарной негерметичности в необходимые единицы измерения.

Для облегчения процесса испытаний предлагается провести автоматизацию процесса испытаний и облегчить поиск возможного места негерметичности.

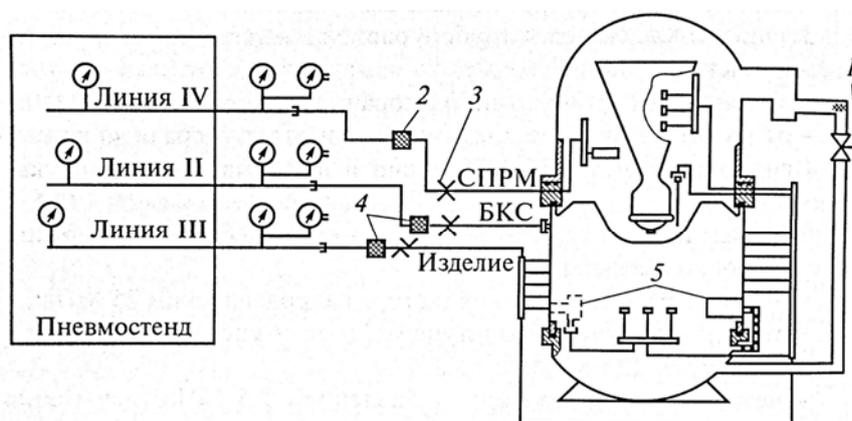


Схема вакуумных испытаний ЖРД:

1 – вентиль; 2, 4 – фильтры; 3 – шайба дроссельная;
5 – клапаны; СПРМ – система питания рулевых машин;
БКС – бортовая кабельная сеть

Способ определения негерметичной полости многополостного изделия, заключается в том, что помещают изделие в вакуумную камеру, вакуумируют вакуумную камеру, измеряют начальную концентрацию контрольного газа в ней, соответствующую уровню газоотделения незаполненного изделия, заполняют одновременно все полости изделия контрольным газом, измеряют конечную концентрацию контрольного газа в вакуумной камере, соответствующую негерметичности заполненных полостей изделия, и по изменению в вакуумной камере конечной концентрации контрольного газа изделия оценивают суммарную негерметичность полостей. Предлагаемый способ отличается тем, что делят общее количество заполненных контрольным газом полостей на две группы, удаляют контрольный газ из группы с наибольшей вероятностью наличия полостей повышенной негерметичности, измеряют остаточную концентрацию контрольного газа в вакуумной камере, соответствующую негерметичности группы заполненных полостей, и вновь оценивают суммарную негерметичность каждой группы полостей по изменению в вакуумной камере остаточной концентрации контрольного газа группы заполненных полостей: заполненных контрольным газом – относительно начальной, а незаполненных контрольным газом – относительно конечной концентрации изделия до тех пор, пока не останется одна полость изделия с повышенной негерметичностью, но если же превышают допустимую негерметичность вновь заполненные полости подгруппы, то для выявления негерметичной полости выполняют последовательность действий, приведенную выше для группы полостей, заполненных контрольным газом [3].

Процесс автоматизации обработки результатов испытаний может заключаться в возможности введения автоматизированной системы обработки выходных данных с устройств измерения уровня негерметичности.

Библиографические ссылки

1. Журавлев В. Ю., Титенков С. В. Запорожский А. С. Методы неразрушающего контроля герметичности пневмогидравлических систем // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф. В 3 ч. Ч. 1. Красноярск, 2014. С. 160–161.
2. Жуковский А. Е., Кондрусев В. С., Левин В. Я., Окорочков В. В. Испытания жидкостных ракетных двигателей : учеб. пособие для авиац. специальностей вузов / под ред. В. З. Левина. М. : Машиностроение, 1981. 199 с., ил.
3. Банк патентов [Электронный ресурс]. URL: <http://bankpatentov.ru/node/364488> (дата обращения: 23.03.2015).

© Бакулин Я. Ю., Ярцев Е. Н., 2015

УДК 621.455

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ПРИ СОЗДАНИИ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ С ЖРД

А. Ю. Васянина, А. А. Тонких, Д. А. Савчин
Научный руководитель – В. П. Назаров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: dentimenis@mail.ru

Рассмотрены принципы и методы модернизации ракетных двигателей при создании космических ракет-носителей с ЖРД разного назначения и поколения.

Ключевые слова: баллистические ракеты, космические РН, Р14, Космос-3М, техническая преемственность, трансформация боевой ракеты.

REALIZATION OF PRINCIPLES OF CONTINUITY IN ROCKET PRODUCTION

A. U. Vasyanina, A. A. Tonkich, D. A. Savchin
Scientific supervisor – V. P. Nazarov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dentimenis@mail.ru

In the paper was reviewed modernization of rocket engines in developing of launch vehicles for different purposes.

Keywords: ballistic rocket, P14, Kosmos 3M, technical continuity, transformation of battle rocket.

Создание космических ракет-носителей (РН) на базе боевых баллистических ракет с ЖРД обеспечивает сокращение сроков разработки ракет, ускоряет ее создание и способствует повышению надежности РН.

Многие РН создавались на основе преемственности ЖРД от изначально разработанных военных баллистических ракет. Например: РН «Восток», «Восход», «Союз» (на базе Р-7), РН «Космос» (на базе Р-12), РН «Космос-3М» (на базе Р-14), РН «Атлас» (на основе баллистической ракеты «Атлас»).

В данной работе рассматривается принцип технической преемственности на примере РН «Космос-3М».

Ракета Р14 оснащена маршевым двигателем РД-216 (8Д514), разработанным конструктором М. К. Янгелем, создавалась КБ «Южное» (г. Днепропетровск). Ракета представляла собой одноступенчатую баллистическую ракету с ЖРД Д216 (8Д514) с конструкцией на заводе «Южмаш» (г. Днепропетровск, Украина). Главный конструктор: В.П. Глушко.

Четырех камерный двигатель, работающий по открытой схеме, состоит из двух двухкамерных двигательных блоков РД-215 (8Д513), объединенных рамой крепления с корпусом и имеющих общую схему запуска. Каждый из двигателей РД-215 имеет собственный турбонасосный агрегат (ТНА), газогенератор и систему автоматики.

В 1958 г. в СССР после первых успешных запусков космических аппаратов возникла необходимость создания космических РН легкого класса. Было принято правительственное решение использовать принцип технической преемственности и создавать новый космический носитель на основе баллистической ракеты [1].

Это позволило сократить период огневых испытаний двигателей и использовать целый ряд уже отработанных технологий и элементы конструкций.

Ракета-носитель «Космос» создавалась под руководством М. К. Янгеля в КБ № 586 (ныне – ГКБ «Южное», г. Днепропетровск) на базе одноступенчатой баллистической ракеты средней дальности Р-12У, а позднее, Р-14У.

В рамках проекта 11К65 двигатель 8Д514 для ракеты Р-14 был модифицирован и получил индекс 11Д614. Производство двигателя 11Д614 осуществлялось на заводе «Южмаш» (г. Днепропетровск, Украина). На второй ступени носителя был установлен многофункциональный ЖРД 11Д47 разработки ОКБ-2, отработанный на «Красмаше».

Трансформация боевой ракеты в ракету-носитель была осуществлена путём установки на частично доработанную первую ступень вновь разработанной второй ступени [2].

Первая ступень ракеты «Космос-3М» включает переходный отсек, бак окислителя, межбаковый отсек, бак горючего, силовое кольцо и хвостовой отсек.

На первой ступени установлен четырехкамерный ЖРД РД-216М с турбонасосной системой подачи, выполненный по схеме без дожигания. Управление полетом ракеты во время работы ЖРД первой ступени осуществляется с помощью газовых рулей.

Вторая ступень состоит из приборного, топливного и хвостового отсеков. Кроме того, по бокам ступени смонтированы два навесных блока баков основных компонентов, обеспечивающих работу системы малой тяги (СМТ) и второе включение маршевого ЖРД.

Для второй ступени РН был разработан новый двигатель сначала 11Д47, конструкцией КБ «Химмаш», главный конструктор А.М. Исаев. В дальнейшем двигатель проходил технологическую доработку и дальнейшее серийное производство отрабатывалось на Красноярском машиностроительном заводе. Ракета создавалась под руководством ОКБ-10 под руководством главного конструктора М. Ф. Решетнева. Позднее двигатель 11Д47 был модернизирован и получил индекс 11Д49. Конструкторами была предложено оригинальное техническое решение, позволяющее запускать спутники на круговые орбиты путем введения «пунктирного» участка стабилизированного полёта. Для реализации идеи была принята двухимпульсная схема включения маршевого ЖРД второй ступени. Первый пуск ракеты «Космос-3М» состоялся 15 мая 1967.

До 1971 года изготавливалась на заводе «Красмаш», затем ее производство было передано на ПО «Полет» (г. Омск). Изготавливалась данная РН до 1991 г.

РН «Космос-3М» выводила два российских космических аппарата «Можаец-4» и «Ларец», а также блок зарубежных космических аппаратов в составе микроспутников NIGERIASAT-1 (Нигерия), VILSAT-1 (Турция), UK-DMC (Великобритания) и KAISTSAT-4 (Южная Корея).

В заключение можно сделать вывод о том, что использование принципа технической преемственности позволило существенно уменьшить затраты и время, нужное для разработки новых ЖРД.

Библиографические ссылки

1. Железняков А. Космонавтика. Хроника освоения космоса : энцикл. 1962.
2. Ягодников Д. А. Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2011.

© Васянина А. Ю., Тонких А. А., Савчин Д. А., 2015

УДК 621.454.2

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЯГИ НА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДАХ

А. В. Веселов, А. В. Бархатова, Е. Н. Ярцев
Научный руководитель – В. Ю. Журавлев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Veselov.andrey2009@yandex.ru, vz@sibsau.ru

Предлагается совершенствование методики измерения тяги на испытательных стендах. Изучены существующие методики, проанализированы недостатки и предложена возможность введения тензометрических датчиков силы.

Ключевые слова: испытательные стенды, измерение тяги.

MODERNIZATION OF SYSTEMS THRUST MEASUREMENT ON THE TEST BENCH

A. V. Veselov, A. V. Barkhatova, E. T. Yarcev
Scientific supervisor – V. Yu. Zhuravlyov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Veselov.andrey2009@yandex.ru, vz@sibsau.ru

The paper proposes to improve the methods of measurement of thrust on test benches. Studied the existing methods, analyzed the shortcomings and suggested the possibility of introducing strain gauge force sensors.

Keywords: test benches, measuring rod.

Важнейшей задачей при испытании изделий ракетно-космической техники является обеспечение качества и надежности функционирования. Жидкостный ракетный двигатель представляет собой изделие, работающий в условиях больших давлений, температур, инерционных и динамических нагрузок [1].

Испытания ракетных двигателей осуществляются на специально оснащенных испытательных комплексах. Испытательные комплексы состоят из стендов для установки двигателей; наблюдательных бункеров, из которых осуществляется управление процессом испытаний; емкостей для хранения компонентов топлива; химических, измерительных, вычислительных и других лабораторий; производственных и приборных мастерских, монтажных помещений для проведения работ с двигателем до и после испытания; различных энергетических систем для обеспечения стендов и производственных служб водой, паром, воздухом и инертными газами высокого давления; административных и бытовых помещений, а также вспомогательных служб [2; 3].

Основным помещением стенда является бокс (огневой отсек), расположенный консольно по отношению к корпусу стенда (см. рисунок). В огневом отсеке двигатель монтируется к раме тягоизмерительного устройства. Над огневым отсеком расположена система измерения и тарировки тяги двигателя. Усилие передается на рамы двигателя посредством вертикальных штанг, проходящих через окно в потолке огневого бокса. В верхней части стенда расположены отсеки горючего и окислителя, в которых размещаются топливные расходные баки с системами термостатирования, системы питания двигателя топливом рядом находятся баллоны со сжатым газом для наддува топливных баков. Для обеспечения гидродинамического подобия в отсеке тягоизмерительного устройства расположены взаимоиизолированные разделительные емкости.

Ниже нулевой отметки размещены дополнительные топливные баки, предназначенные для обеспечения возможности проведения опытных работ на новых, более перспективных компонентах. Наддув баков осуществляется из баллонной.

Стенд эксплуатируется длительное время и претерпел ряд модернизаций. Однако конструкция тягоизмерительного устройства сохранилась в оригинальном варианте изготовления и к настоящему времени морально устарела. Тягоизмерительное устройство (см. рисунок, позиция 8) входит в систему измерений параметров двигателя при испытаниях и состоит из преобразователя тяги в электрический сигнал, передающего его на аналого-цифровой преобразователь. Преобразователь тяги представляет собой упругий элемент, преобразующий перемещения в электрический сигнал.

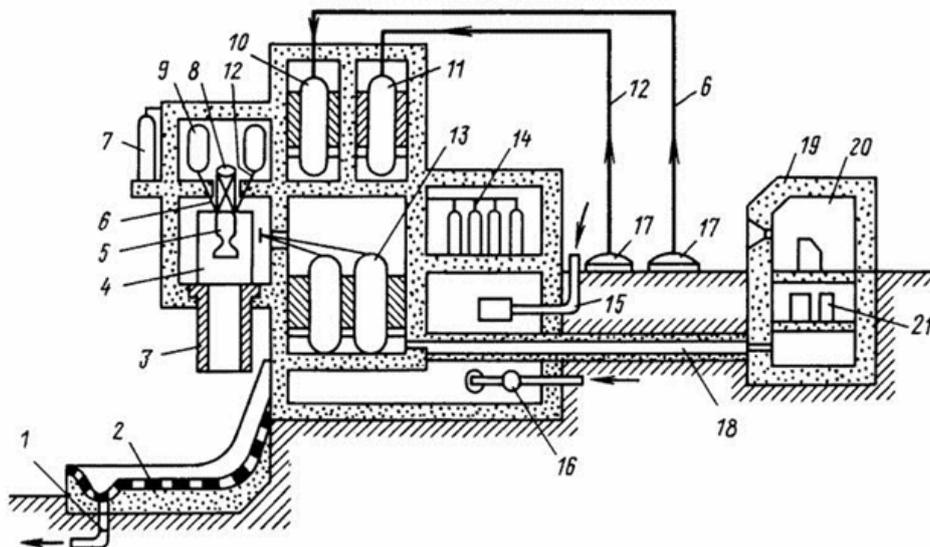


Схема стенда для огневых испытаний ЖРД:

1 – канал; 2 – лоток; 3 – газоотводная труба; 4 – огневой отсек; 5 – двигатель; 6, 12 – системы питания двигателя топливом; 7 – баллоны со сжатым газом; 8 – тягоизмерительное устройство; 9 – взаимноизолированные разделительные емкости; 10, 11 – расходные баки; 13 – дополнительные топливные баки; 14 – баллонная; 15 – вентиляция; 16 – специальная система; 17 – топливохранилище; 18 – тоннель; 19 – пункт управления; 20 – устройств из пультовой; 21 – приборы системы измерения

Основным недостатком существующей конструкции преобразователя тяги является трудоемкость процесса градуировки. При градуировке преобразователь тяги через систему рычагов нагружается съемным набором гирей значительной массы. В системе рычагов действуют значительные усилия, на поверхностях контакта рычагов напряжения вызывают износ материала и изменение коэффициента преобразования усилий. Градуировка проводится перед каждым испытанием ЖРД по нескольким повторяющимся циклам последовательного навешивания возрастающих масс. Установка и снятие гирей производится работниками вручную, что требует значительных физических усилий и затрат времени.

Для облегчения, ускорения и повышения точности процесса градуировки тягоизмерительного устройства предлагается заменить систему рычагов и нагружение гириями на гидравлический привод с тензометрическими или пьезометрическими преобразователями.

Библиографические ссылки

1. Технология производства жидкостных ракетных двигателей : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков и др. / под ред. В. А. Моисеева, В. А. Тарасова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 381 с.
2. Испытания жидкостных ракетных двигателей : учеб. пособие для авиац. специальностей вузов / А. Е. Жуковский, В. С. Кондрусев, В. Я. Левин и др. / под ред. В. З. Левина. М. : Машиностроение, 1981. 199 с., ил.
3. В Воробей. В., Логинов В. Е. Технология производства жидкостных ракетных двигателей. М. : Изд-во МАИ, 2001.

УДК 621.452.33

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТУРБОВИНТОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Д. Н. Головкин, А. В. Устюгов
Научный руководитель – М. В. Кубриков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: maxtor_08@mail.ru

Рассмотрены проблемы разработки и изготовления беспилотных летательных аппаратов, а также их двигательных установок. Предназначенных для широкого использования в оборонной и гражданской отраслях.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, турбовинтовые двигатели.

PROSPECTS FOR THE USE OF TURBOPROP ENGINES FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

D. N. Golovkin, A. V. Ustyugov
Scientific supervisor – M. V. Kubrikov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: maxtor_08@mail.ru

The problems of development and production of unmanned aerial vehicles and their propulsion systems. Intended for widespread use in military and civil sectors.

Keywords: unmanned aircraft, turboprop engines.

Установка турбовинтовых двигателей на беспилотные летательные аппараты (БПЛА) считается весьма перспективным решением, так как для гражданских и военных задач одной из важнейших характеристик является дальность полета, удельный вес и относительно невысокая скорость полета.

В турбовинтовых двигателях собраны преимущества турбореактивных двигателей (ТРД) и винтомоторных установок. Тяга у турбовинтовых двигателей (ТВД) создается главным образом воздушным винтом (до 90 %) и лишь незначительная часть за счет реакции газовой струи (10–15 %). Такие двигатели используют многоступенчатую (2–6 ступеней) турбину. Так как некоторые турбовинтовые двигательные установки предполагают вращение компрессора одной турбиной, а воздушного винта – другой. Что значительно расширяет возможности регулирования двигателя [1]. Также, многоступенчатая турбина снижает обороты вращения, что помогает уменьшить габариты редуктора.

Характеристики БПЛА MQ-9 Reaper [2]

Потолок	15 км
Автономность	16–28 ч
Дальность	5 920 км
Вместимость топлива	1 300 кг
Длина	11 метров
Грузоподъемность	1 700 кг
Вес	2 223 кг (пустой)
	4 760 кг (максимальный)
Размах крыла	20 м
Максимальная скорость	400 км/ч
Крейсерская скорость	250 км/ч
Двигатель: Honeywell TP331-10 турбовинтовой	670 кВт

Использование ТВД является более эффективным в сравнении с поршневыми двигателями, так как их масса при одинаковой мощности ниже, а использование горючего более эффективное. В результате этого возможна установка на БПЛА дополнительного оборудования или увеличить запас горючего на борту. Также за счет уменьшения веса самой установки, увеличивается количество полезной нагрузки, которую возможно погрузить на БПЛА. Для примера, рассмотрим характеристики БПЛА MQ-9 Reaper, стоящего на вооружении ВВС США.

В настоящее время в России ведется разработка БПЛА «Альтиус-М» с двумя ТВД, который должен составить конкуренцию MQ-9 Reaper.

Главной особенностью изготовления таких двигателей, является получение высокой точности изготовления деталей. Для чего применяется высокотехнологичное оборудование и высококвалифицированные рабочие, что приводит к резкому удорожанию готовой продукции.

Проведя исследования требований современных БПЛА пришли к выводу, что на данном этапе развития, имеется необходимость в разработке ТВД для использования на отечественных БПЛА.

Библиографические ссылки

1. Elektrotic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://mai.at.ua/forum/16-44-1> (дата обращения: 20.03.2015).
2. Elektrotic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/MQ-9_Reaper (дата обращения: 21.03.2015).

© Головкин Д. Н., Устюгов А. В., 2015

УДК 629.19

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

С. Н. Гридин

Научный руководитель – К. Ф. Голиковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: gridinzum@mail.ru, golikovskaya@sibsau.ru

Рассматриваются особенности выбора системы терморегулирования космического аппарата. Методы теплового обеспечения.

Ключевые слова: терморегулирование, тепловое обеспечение.

FEATURES OF OPERATION OF THE THERMAL CONTROL UNMANNED SPACECRAFT

S. N. Gridin

Scientific supervisor – K. F. Golikovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: gridinzum@mail.ru, golikovskaya@sibsau.ru

The features of the choice of thermal control of spacecraft. Methods of providing heat.

Keywords: thermal control, thermal security.

Система обеспечения теплового режима автоматического космического аппарата представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных конструкционных и функциональных элементов, органически входящих в конструкцию, которая существенно влияет на построение системы терморегулирования, она же, в свою очередь, оказывает обратное влияние на конструкцию космического аппарата (КА) [1]. Поэтому проектирование системы терморегулирования начинается одновременно с проектированием КА.

Современный КА представляет собой сложную техническую систему, а процесс проектирования ее – это сложный путь компромиссных решений, результатом которых является создание оптимального проекта. КА в орбитальном полете находится под воздействием большого числа дестабилизирующих факторов, влияющих на его тепловой режим, а именно: временная и количественная неравномерность внутренней тепловой нагрузки, определяемая программой работ электронной аппаратуры и ее целевой направленности.

Основной задачей теплового проектирования космического аппарата является задача обеспечения температурных режимов комплекса радиоэлектронной аппаратуры, различных электромеханических, механических узлов, больших пространственных конструкций антенно-фидерных устройств, нормальная работоспособность которых и выходные параметры, а также надежность и ресурс работы во многом определяются оптимальностью температурных условий, при которых эти устройства выполняют свои функции.

Существует два метода теплового обеспечения [2]:

- централизованный метод, когда критичные к температурному режиму приборы объединяются в единый приборный блок и комплектуются в специальном приборном герметичном контейнере;
- децентрализованный метод, когда терморегулирование каждого прибора осуществляется индивидуальными средствами.

При выборе структуры теплового обеспечения в настоящее время эти два метода используются практически во всех конструктивно-компоновочных решениях отечественных космических аппаратов связанных спутниковых систем.

Библиографические ссылки

1. Руководство для конструкторов по обеспечению тепловых режимов / В. А. Аксаментов, С. М. Беднов, С. В. Залетаев и др. ; ГОНТИ. Т. 1. М., 1988. 130 с.
2. Нестационарные тепловые режимы космических аппаратов спутниковых систем : монография / М. В. Краев, К. Ф. Голиковская, В. М. Краев, О. В. Загар ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2004. 282 с., ил.

© Гридин С. Н., 2015

УДК 536.4

РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ФРИКЦИОННОГО КОНТАКТА ВЕДУЩЕГО ПОЯСКА С КАНАЛОМ СТВОЛА АРТИЛЛЕРИЙСКОЙ УСТАНОВКИ

Я. С. Зезюлинский
Научный руководитель – А. В. Гуськов

Новосибирский государственный технический университет
Российская Федерация, 630073, г. Новосибирск, просп. К. Маркса, 20
E-mail: stroncyi@yandex.ru

По теории Х. Блока выполнен расчет температуры на поверхности контакта ведущего пояска и канала ствола артиллерийской установки. Подтверждение расчетов путем проведения металлографических исследований.

Ключевые слова: Расчет температур, фрикционный контакт, ведущий поясок, артиллерийская установка.

HEAT TRANSFER IN HIGH-SPEED MODEL LEADING BELT FOR CHANNEL GUN MOUNT

Y. S. Zezyulinsky
Scientific supervisor – A. V. Guskov

Novosibirsk State Technical University
20, K. Marks Av., Novosibirsk, 630073, Russian Federation
E-mail: stroncyi@yandex.ru

According to the theory H. Block calculated the temperature at the contact surface leading belt and channel of gun mount. Confirmation of payment through metallographic studies.

Keywords: Calculation of temperature, friction contact, leading belt, gun mount.

Трение в канале ствола (КС) артиллерийской установки при скоростях скольжения артиллерийского снаряда (АС) 500–700 м/с является недостаточно изученным вариантом. Отличительной особенностью работы системы «КС–АС» является интенсивная пластическая деформация в процессе формирования ведущего пояска (ВП), который обеспечивает герметизацию при высокоскоростном движении АС по профильной поверхности КС [1]. Основная проблема связана с повышением работоспособности ВП при значительном увеличении параметров взаимодействия КС с АС. Известно [2–6], что при движении снаряда по каналу артиллерийской установки контактные температуры на поверхности ВП достигают значительных величин, что приводит к плавлению приповерхностных слоев материала ведущего пояска. Для определения влияния прогрева на изменение физико-механических свойств приповерхностного слоя и коэффициента трения на поверхности ВП выделено три участка, взаимодействующих с поверхностью нарезки канала ствола: R_1 – поле нарезки, R_2 – боевая грань и R_3 – дно нарезки (рис. 1, а, б, в) соответственно. Для нахождения температуры на выделенных участках поверхности контакта «ведущий поясок – канал ствола» использовалась методика Х. Блока [7], в которой принято допущение о том, что скорость перемещения пятна контакта превышает скорость распространения температуры при выполнении условия подобия Пекле [7].

Температура поверхности T в любой точке, перекрываемой тепловым источником [7]:

$$T = 2Q (t/\pi k \rho c)^{1/2},$$

где t – время прохождения теплового источника (ведущего пояска) через рассматриваемую точку канала ствола, которое равно $t = B/V$; k , ρ , c – теплопроводность, плотность и удельная теплоёмкость материала полупространства.

Источником тепла является фрикционный контакт «ВП – КС». Мощность тепловыделения в области контакта: $Q = fpV$, где p – удельное давление.

Температура на поверхности контакта описывается выражением $T_{\max} = 2fp\sqrt{\frac{B/V}{\pi\rho kc}}$.

Для определения зависимости скорости движения снаряда по каналу ствола от времени использовались результаты, полученные авторами [2].

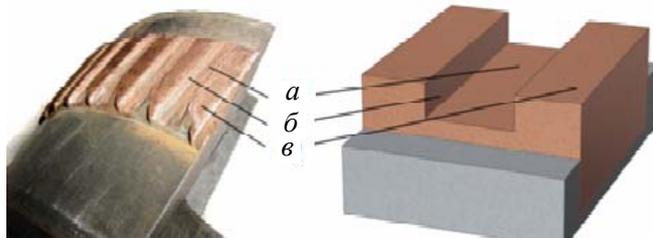


Рис. 1. Области решения задачи определения температуры на участках контакта ведущего пояска – канала ствола

Коэффициент трения f пары «сталь–медь» на начальный момент времени принимался равным 0,3 [4]. Удельные давления постоянны и равны пределу текучести материала ВП. На основании теории, «температура вспышки» [7] для металлов определяется температурой плавления. Для материала М1 типового ведущего пояска АС она равна 1 053 °С, что соответствует температуре плавления 1 083 °С за вычетом температуры окружающей среды, равной 30 °С.

На основании вышеизложенного определена температура на каждом участке (R_1 , R_2 и R_3) ведущего пояска при прохождении по каналу ствола во время выстрела. Начальные условия: $t = 0$: $T_{R_1} = T_{R_2} = T_{R_3} = 20$ °С.

По рис. 2 видно, что на всех участках контакта зависимости изменения температуры от времени движения снаряда идентичны, но наиболее интенсивно нарастание температуры происходило в начальный период движения снаряда по каналу ствола (до $t = 0,023$ с) на участке R_1 .

Для исследования влияния переноса тепла в материал ВП после полигонных испытаний отобраны корпуса снарядов калибром 122 мм. Из отобранных корпусов АС вырезались кольца с ведущими поясками из которых изготовлены шлифы для металлографических исследований. Анализ микроструктуры материала ВП позволил выделить три слоя:

а) слой, нагретый до температуры плавления и застывший во время полета АС. Характеризуется специфическим рельефом поверхность материала пояска. Зарегистрированы нарушения сплошности в виде сдвигов материала (рис. 3, а);

б) рекристаллизованный слой материала. Волокнистая структура сменяется полиэдрической с большим числом двойников отжига (рис. 3, б);

в) слой, не подвергшийся термическому воздействию (подложка) (рис. 3, в).

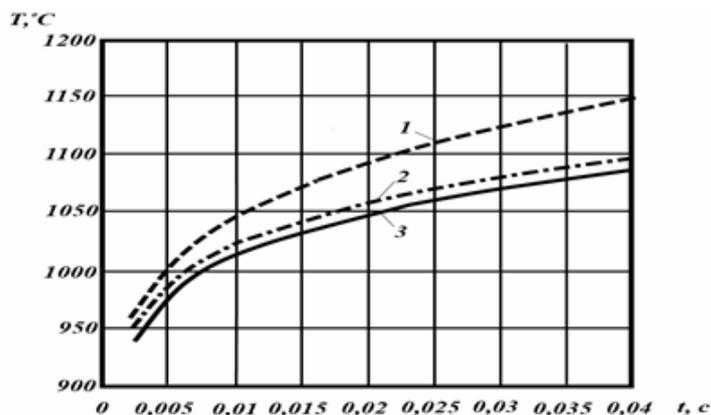


Рис. 2. Изменение температуры на участках поверхности ВП при движении снаряда по каналу ствола:
1 – R_1 ; 2 – R_2 ; 3 – R_3

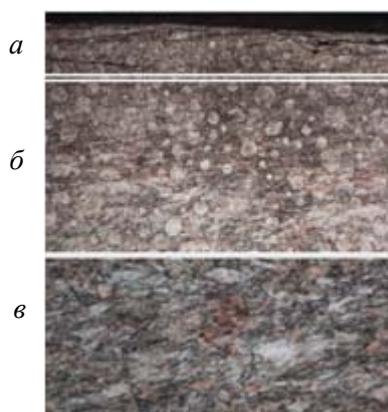


Рис. 3. Микроструктура медного ВП по слоям

По результатам проведенных экспериментов выделен физический процесс переноса приповерхностного слоя материала ведущего пояска. Во время выстрела при высокоскоростном движении снаряда под действием фрикционного контакта «КС – ВП – АС» происходит нагрев приповерхностного сильнодеформированного ($\epsilon \geq 40\%$) слоя медного ведущего пояска до высоких ($T > 1\,000\text{ К}$) температур. В результате интенсивного теплового воздействия приповерхностный слой материала рекристаллизуется и частично переходит в расплавленное состояние, что и служит причиной переноса материала тонких приповерхностных слоев на поверхность канала ствола.

Библиографические ссылки

1. Гуськов А. В., Милевский К. Е., Слесарева Е. Ю. Анализ существующих конструкций ведущего пояска снарядов // Вестник академии военных наук. 2012. № 2(39) С. 152–158.
2. Балакин В. А. Трение и износ при высоких скоростях скольжения. М. : Машиностроение, 1980. 136 с.
3. Montgomery R. S. Surface Melting of Rotating Bands // Wear. 1976. Vol. 38. P. 235–243.
4. Эттлс С. М. Влияние тепловых эффектов на трение при высоких скоростях скольжения // Проблемы трения. 1986. № 1. С. 71–78.
5. Гуськов А. В., Милевский К. Е., Слесарева Е. Ю. Исследование процесса движения ведущего пояска артиллерийского снаряда в тепловой машине // Известия высших учебных заведений. Физика 2013. Т. 56, № 6/3. С. 14–16.
6. Распределение температуры в материале ведущего пояска при функционировании / Н. Н. Горелова, А. В. Гуськов, К. Е. Милевский и др. // Наука Промышленность Оборона : тр. XIV Всерос. науч.-техн. конф. 2013. С. 123–127.
7. Blok H. Theoretical study of temperature rise at surfaces of actual contact under oiliness lubricating conditions // Proc. inst. mech. eng. 1937. № 2. P. 222–235.

© Зезюлинский Я. С., 2015

УДК 629.784

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ИМПУЛЬСА МАРШЕВЫХ ЖРД РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ ТЯЖЕЛОГО КЛАССА

Е. А. Злобина, Р. М. Колегов
Научный руководитель – В. П. Назаров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: dla2011@inbox.ru

Рассмотрены некоторые методы повышения удельного импульса маршевых ЖРД космических ракет-носителей.

Ключевые слова: ЖРД, СПГ, I_y , УВГ.

MAIN METHODS OF INCREASE OF THE SPECIFIC IMPULSE MARCHING ZHRD OF CARRIER ROCKETS OF THE HEAVY CLASS

E. A. Zlobina, R. M. Kolegov
Scientific supervisor – V. P. Nazarov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dla2011@inbox.ru

Some methods of increase of a specific impulse of marching ZHRD of space carrier rockets are considered.

Keywords: ZHRD, SNG, I_y , UVG.

Повышение удельного импульса (I_y) относится к первоочередным задачам, которые решаются при создании новых ЖРД и модернизации эксплуатируемых двигателей. Особое значение увеличение удельного импульса необходимо для отечественных ракет-носителей (РН) тяжёлого и среднего класса («Энергия», «Протон», «Союз», «Ангара»). Для таких РН повышение удельного импульса маршевых двигателей непосредственно связано с увеличением массы полезного груза (ПГ), выводимого в космическое пространство.

Удельный импульс является важнейшим параметром жидкостного ракетного двигателя, характеризующим эффективность жидкого ракетного топлива и совершенство конструкции двигателя. От величины удельного импульса в конечном счёте зависит весовая отдача ракетной системы.

В теории ЖРД описано большое число методов повышения удельного импульса. В результате их анализа в данной работе рассматриваются три метода, которые наиболее приемлемы для маршевых ЖРД РН.

Применение жидкого топлива с повышенными характеристиками энергоэффективности. В качестве основных компонентов топлива используются керосин и жидкий кислород. Целесообразно рассмотреть применение сжиженного природного газа (СПГ). При этом имеется возможность повышения удельного импульса. Кроме того, стоимость СПГ, значительно ниже стоимости керосина. При экспериментальных испытаниях двигателя с СПГ получен удельный импульс порядка 370 с, что на 15–20 с больше, чем у высотного кислородно-керосинового двигателя [1].

Испытания были проведены на испытательном стенде КБ «Химмаш». Продолжительность испытаний составила 69 секунд. Двигатель спроектирован по восстановительной схеме замкнутого типа (с дожиганием генераторного газа) с тягой около 10 тонн и является прототипом маршевого двигателя тягой 200 тонн. Успешное проведение испытания двигателя даёт основание для дальнейшего продвижения работ по данному направлению [1].

Применение схем ЖРД с дожиганием генераторного газа. Применение замкнутой схемы не только повышает удельный импульс двигательной установки по сравнению с удельным импульсом двигателя открытой схемы, но и даёт возможность дальнейшего увеличения удельного импульса за счёт увеличения в камере сгорания [2].

В качестве примера рассмотрен двигатель РД-253 для РН «Протон», имеющий удельный импульс равный 316 с и РД-275 – форсированная модификация двигателя РД-253. Форсирование двигателя на 5.3 % по тяге осуществляется за счёт повышения давления газов в камере сгорания до 168.5 кг/см². Такое повышение тяги двигателя позволяет увеличить на 150 кг массу полезной нагрузки, выводимой ракетой на стационарную орбиту. Для РН «Ангара» двигатель РД-191 – 337,4 с.

Для РН «Ангара» двигатель с дожиганием генераторного газа РД-191 имеет удельный импульс 337,4 с. Для сравнения отметим, что у двигателей без дожигания генераторного газа. РН «Союз»: РД-107, РД-108 удельный импульс равен 3 080 с, и 3 090 с. соответственно [2].

Применение двигателя с использованием в качестве компонентов жидкий кислород + водород + углеводородное горючее (УВГ). Основным преимуществом трехкомпонентных ЖРД по сравнению с двухкомпонентными кислородно-водородными двигателями является уменьшение потребных запасов водорода в 1,5–2 раза, что позволит сократить затраты на выведение полезной нагрузки (ПН). Это обеспечит также уменьшение «сухой» массы конструкции носителя. Проведенные исследования показали конкурентоспособность и значительную эффективность ЖРД, работающих на трехкомпонентном топливе [3].

При сравнительном анализе проведения разработок над повышением удельного импульса, следует отметить, что в настоящее время используются схемы с дожиганием генераторного газа. Поэтому наиболее приемлемым методом повышения удельного импульса является применение замкнутых схем для маршевых ЖРД тяжёлого класса.

Библиографические ссылки

1. ЖРД на метановом горючем. История состояние и перспектива / И. А. Клепиков, В. Т. Буканов // Сб. трудов НПО «Энергомаш». 2000. № 18. С. 192–204.
2. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. Д. А. Ягодикова. М. : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 2005. 488 с.: ил.
3. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей : учебник для вузов / Г. Г. Гахун, В. И. Баулин, В. А. Володин и др. / под общ. ред. Г. Г. Гахуна. М. : Машиностроение, 1989. 424с.: ил.

© Злобина Е. А., Колегов Р. М., 2015

УДК 621.45.04.4

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА СТАБИЛЬНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЖРД

Н. Г. Останина, С. Г. Бредихин
Научный руководитель – И. М. Петров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: dla2011@inbox.ru

Описываются статистические методы анализа стабильности и повышения надёжности жидкостных ракетных двигателей.

Ключевые слова: надёжность, работоспособность, отказ, жидкостные ракетные двигатели.

THE THEORETICAL BASIS FOR ANALYZING THE STABILITY AND RELIABILITY LRE

N. G. Ostanina, S. G. Bredihin
Scientific supervisor – I. M. Petrov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dla2011@inbox.ru

Describes the statistical methods for analyzing the stability and reliability of liquid rocket engines.

Keywords: reliability, performance, failure, liquid rocket engines.

Для современных жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) характерны такие тенденции развития, как увеличение степени автоматизации процессов изготовления, которые предполагают отсутствие постоянного непосредственного наблюдения и контроля над их течением со стороны оператора, интенсификация рабочих параметров, уменьшение габаритов и массы, повышение требований к точности функционирования и эффективности производительности, мощности, коэффициент полезного действия и др.

Общим из наиболее важных параметров, который необходимо учитывать при создании ЖРД является надёжность. На основании прогноза поведения технической системы с помощью методов теории надёжности разрабатываются оптимальные конструктивные решения, обеспечивающие заданный уровень характеристик и параметров изделий [1; 2].

Надёжность – одно из основных свойств качества технических изделий. Под качеством технических изделий понимают совокупность, обуславливающих способность изделий удовлетворять определенным требованиям в соответствии с назначением. В современной нормативно-технической документации надёжность определяется, как свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надёжность характеризуется следующими основными состояниями и событиями: работоспособность, исправностью, предельными состояниями и отказом.

В теории надёжности отказ является фундаментальным понятием, так как все расчеты и испытания на надёжность связаны с задачей оценки, с определенной степенью вероятности, момента и условий наступления отказа, а также с разработкой мероприятий увеличивающих период работы изделия до отказа [3].

Отказы делят на прочностные при которых выполнение своих функций рассматриваемых элементов или объектом прекращается (например, разрушения диска турбины, сквозной прогар камеры сгорания, несрабатывание пиропатрона и др.) и отказы функционирования, при которых параметры

объекта изменяются в недопустимых пределах (например, отклонение за допустимые пределы значений производительности установки, отклонение значения или температуры газа перед турбиной за пределы, определенные техническим условиями и т. п.) [4].

Требования к надежности изделий ракетно-космической техники и методы контроля их соблюдения являются основными элементами технического механизма управления надежностью. Для количественного описания свойств изделий широко применяют статистические и вероятностные методы. Параметры надежности в статической трактовке используют для оценки состояния изделий, а вероятностной трактовке – для прогнозирования [5].

Статистические методы анализа используются для оценки количественных характеристик стабильности производства.

В ракетном двигателестроении статистические методы применяются для проведения анализа стабильности изготовления, ЖРД и производственного процесса. Анализом стабильности является исследование, посредством которого с помощью данных и статистических методов определяется отношение между точными и замененными качественными характеристиками.

Статистические методы контроля качества ЖРД дают значительные результаты по следующим показателям:

- повышение качества закупаемого сырья;
- экономия сырья и рабочей силы;
- повышение качества производимой продукции;
- снижение затрат на проведение контроля;
- снижение количества брака;
- улучшение взаимосвязи между производством и потребителем;
- облегчение перехода производства с одного вида продукции на другой.

Наиболее полное и всестороннее оценивание качества обеспечивается, когда учтены все свойства ЖРД, проявляющиеся на всех этапах его жизненного цикла: при изготовлении, транспортировке, хранении, применении, ремонте, тех. обслуживании. Таким образом, производитель должен контролировать качество ЖРД и по результатам выборочного контроля судить о состоянии соответствующего технологического процесса.

Библиографические ссылки

1. Статистические методы контроля качества продукции / Л. Ноулер и др. ; пер. с англ. 2-е рус. изд. М. : Изд-во стандартов, 1989.
2. Окрепилов В. В. Швец В. Е. Рубцов Ю. Н. Служба управления качеством продукции. Л. : Лениздат, 1990.
3. Основы теории и расчёта надежности ракетных двигателей : учебник / М. В. Краев, В. П. Назаров, В. Г. Яцуненко ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск , 2008. 192 с., [8] с. ил.
4. Испытание и обеспечение надежности: учебник / А. И. Коломенцов, М. В. Краев, В. П. Назаров и др. ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т ; Моск. авиац. ин-т. Красноярск, 2006. 336 с.
5. Кубарев А. И. Надежность в машиностроении. 2-е изд., перераб. и доп. М. Изд-во стандартов, 1989. 224 с.

© Останина Н. Г., Бредихин С. Г., 2015

УДК 62-251-762.89:532.5.013.12

НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ К РАСЧЕТУ ТЕЧЕНИЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ЖРД

Д. Р. Тележенко

Научный руководитель – Д. А. Жуйков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: dentimenis@mail.ru

Рассмотрена методика нахождения начальных условий для решения систем дифференциальных уравнений течения в цилиндрической полости вращения турбонасосного агрегата ЖРД.

Ключевые слова: ЖРД, турбонасосный агрегат, полости вращения, окружная скорость, радиальная скорость, пограничный слой, начальные условия.

THE INITIAL CONDITIONS OF THE CALCULATION OF THE FLOW IN A CYLINDRICAL CAVITY ROTATION CENTRIFUGAL PUMPS LRE

D. R. Telezhenko

Scientific supervisor – D. A. Zhuikov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dentimenis@mail.ru

The method of defining the initial conditions for the solution of differential equations system of flow in a LRE turbopump unit cylindrical rotation cavity is presented.

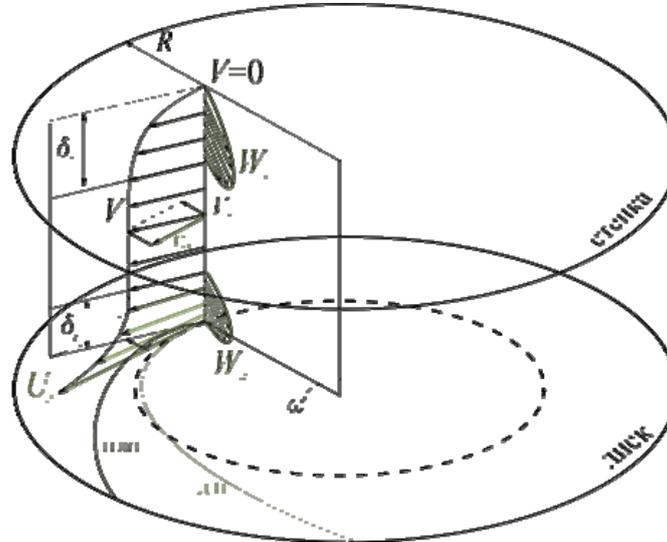
Keywords: liquid rocket engines (LRE), turbopump assembly (TPA), rotation cavity, tangential speed, radial speed, boundary layer, initial conditions.

На сегодняшний день при проектировании центробежных насосов ЖРД снижение повышение энергетических характеристик ЖРД является главной задачей. Потери в агрегате обусловлены рядом конструктивных, технологических и режимных факторов, в разной степени влияющих на внутренний КПД насоса. При оценке внутреннего КПД особое значение имеет задача анализа и определения гидравлических и дисковых потерь, которые характеризуются гидравлическим сопротивлением и моментом сопротивления вращению поверхностей колеса в результате трения при течении жидкости в торцевых полостях, щелевых уплотнениях и других участках гидравлического тракта [1; 2]. Затраты мощности на трение составляют достаточно значительную величину, однако расчет этих потерь ввиду недостаточной изученности характера течения является весьма сложной проблемой, которую целесообразно решать путем численного моделирования режимов течения на основе дифференциальных уравнений движения, и верификацией результатов численного и гидродинамического экспериментов.

Анализ существующих научно-технических источников показывает, что в последние десятилетия существует устойчивый научно-практический интерес к моделированию и разработке расчетных методик газожидкостных центробежных и дисковых нагнетателей в широком диапазоне практического назначения. В работе [3] рассмотрена методика определения угловой скорости и распределение давления по радиусу полости, а также коэффициент момента сопротивления трения на дисках центробежного колеса насоса. Эта методика основана на численном интегрировании уравнений движения ядра потока в полости вращения. Для любого численного метода необходимо задать начальные условия для интегрирования по радиусу. Однако в работе [3] начальные скорости ядра потока определяются без учета наличия определенной толщины пограничного слоя вследствие наличия окружной составляющей скорости, что приводит к некорректному определению продольной скорости в пространственном пограничном слое.

Для решения систем дифференциальных уравнений необходимо определить начальные условия для окружной скорости и радиальной составляющей абсолютной скорости на входе. Обычно в качестве исходных данных для инженерного расчета используют режимные параметры: массовый расход рабочей жидкости – m , угловую скорость вращения ротора – ω_d , а также, плотность и вязкость жидкости – ρ и μ .

Рассмотрим расчетную схему течения в цилиндрической полости вращения (см. рисунок).



Расчетная схема течения в цилиндрической полости вращения:
 ω_d – угловая скорость диска; V, V_R, V_α – абсолютная, радиальная и окружная скорость ядра потока, соответственно; R_d, R_l – радиус диска и радиус входа; W_w, W_d – поперечная скорость в пограничном слое; δ_w и δ_d – толщина пограничного слоя на стенке и на диске; U_d – окружная скорость на диске; ЛТЯП – линия тока ядра потока; ДЛТ – донная линия тока в пограничном слое

Объемный расход на входе можно определить по выражению

$$\dot{V} = 2\pi R_l (U n_\alpha + u'_w \delta'_w + u'_d \delta'_d), \quad (1)$$

где $n_\alpha, \delta_w, \delta_d$ – толщина ядра потока, толщина пограничного слоя на стенке и на диске [3] соответственно; $U = V_r$ – продольная скорость в пограничном слое равна радиальной скорости в ядре потока на входе; среднерасходные скорости в пограничном слое на стенке и на диске выражаются

$$u'_w = U \frac{m}{m+1}; \quad u'_d = \frac{U_d + U_m}{m+1}, \quad (2)$$

где $U_d = \omega_d R_l$ – окружная скорость на диске; m – показатель степени закона распределения скорости в пограничном слое

$$\frac{u}{U} = \left(\frac{y}{\delta} \right)^{1/m}.$$

В результате преобразований зависимостей (1) и (2) получим выражение для определения радиальной скорости ядра потока

$$V_R = \frac{V}{2\pi R_l \left(n_\alpha + \frac{m}{m+1} \delta_w + \frac{m + \frac{U_d}{V_R}}{m+1} \delta_d \right)}, \quad (3)$$

Кроме того, должна быть задана относительная угловая скорость потока на входе $\beta_1 = \frac{\omega_1}{\omega_d}$, которая позволит определить угловую скорость ω_1 , и окружная скорость ядра потока на входе в полость

$$V_\alpha = \omega_1 R_1.$$

Таким образом, получены выражения для определения начальных скоростей ядра потока для численного решения систем дифференциальных уравнений течения вязкой жидкости в цилиндрических полостях вращения, в результате чего можно скорректировать гидравлические, дисковые потери турбонасосного агрегата ЖРД.

Библиографические ссылки

1. Краев М. В., Лукин В. А., Овсянников Б. В. Малорасходные насосы авиационных и космических систем. М. : Машиностроение, 1985. 128 с.
2. Овсянников Б. В., Боровский Б. И. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986. 376 с.
3. Теория пространственного пограничного слоя в гидродинамике турбомашин / А. А. Кишкин, В. П. Назаров, Д. А. Жуйков, Д. В. Черненко ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 250 с.

© Тележенко Д. Р., 2015

УДК 338.246.4

МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ ИМПУЛЬСА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ

М. А. Тимошева

Научный руководитель – М. В. Кубриков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: margarita.timosheva.93@mail.ru

Рассматривается влияние одного из важнейших параметров ракетного двигателя на закономерность полёта ракеты в целом. Рассмотрены современные методы снижения импульса последействия тяги.

Ключевые слова: импульс последействия, тяга, ракетный двигатель.

METHODS TO REDUCE THE AFTEREFFECT IMPULSE

M. A. Timosheva

Scientific supervisors – M. V. Kybrikov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: margarita.timosheva.93@mail.ru

The article discusses the influence of one of the most important parameters of the rocket engine on the regularity of the missile as a whole. The modern methods of reducing the aftereffect impulse thrust.

Keywords: aftereffect impulse, thrust, rocket engine.

Импульсом последействия $J_{\text{п}}$ называется величина импульса двигателя с момента поступления команды на закрытие отсечных клапанов до полного прекращения работы двигателя.

Наличие импульса последействия затрудняет получение необходимой точности заданного значения конечной скорости ракеты в конце активного участка полета, поэтому стремятся уменьшить импульс последействия и особенно его разброс. Его стабильность позволяет получить необходимую точность по заданной конечной скорости ракеты или аппарата, минимизировать остатки компонентов топлива в баках ракет-носителей и т. п. Идеально было бы полное отсутствие импульса последействия. В реальных условиях, однако, определенный импульс последействия неизбежен, причем величина его зависит от целого ряда конструктивных и эксплуатационных параметров и трудно поддается точному расчету [1].

Непредсказуемость импульса последействия приводит к необходимости дополнительного запаса компонентов ракетного топлива на борту ракетносителя (РН) для компенсации отклонения движения ракетносителя от заданной траектории. Чем меньше импульс последействия, тем выше конструктивное совершенство жидкостного ракетного двигателя (ЖРД).

Для этого либо ЖРД выключается через промежуточную ступень, либо компоненты топлива, находящиеся в топливных магистралях ракетного двигателя (РД), после выключения подачи выдуваются за борт ракеты, либо применяются меры к быстрому выключению подачи топлива. Для уменьшения импульса последействия быстро сбрасывается давление газа в камере сгорания, вследствие чего резко прекращается горение топлива [2].

Дренаж горючего из рубашки охлаждения камеры через клапан дренажа горючего позволяет свести к минимуму импульс последействия двигателя.

Для уменьшения величины импульса последействия и обеспечения его однозначности можно рекомендовать продувку обеих полостей (окислителя и горючего) при повышенном давлении. В некоторых типах ЖРД системы стартовой продувки и продувки при останове объединяются в единую систему.

При останове в котором требуется сведение импульса последействия рекомендуется: уменьшать объемы топливных магистралей за отсечными клапанами, сливать топливные компоненты, остающиеся за отсечными клапанами, в окружающую среду, помимо камеры сгорания, перед отключением переводить двигатель на меньшую тягу и пр.

Для обеспечения сохранности ЖРД при останове и минимального импульса последействия можно рекомендовать программирование закрытия топливных кранов и продувку топливных полостей за ними. При этом топливные краны должны устанавливаться таким образом, чтобы в полостях за кранами оставалось возможно меньшее количество топлива [3].

Таким образом, методов борьбы с импульсом после действия достаточно много. В реальных условия неизбежно создается определенный импульс последействия. Невозможно выделить наиболее оптимальный и эффективный метод уменьшения импульса последействия тяги, в виду конструктивных особенностей различных систем ЖРД. Хотется отметить, что наибольшую эффективность показывает использование сразу нескольких методов, что конечно вносить некоторые трудности при проектировании ЖРД.

Библиографические ссылки

1. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : учебник для вузов. 2-е изд., доп. / под ред. Д. А. Ягодкина. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 488 с.: ил.
2. Алпатов А. В Двигательные установки и энергосистемы : курс лекций. СПб. : ВКА им. А. Ф. Можайского, 2007. 392 с.
3. Овсянников Б. В., Боровский Б. И. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986. 376 с., ил.

© Тимошева М. А., 2015

УДК 621.01

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ В РАКЕТОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. С. Торгашин, А. Ю. Леонгард, А. М. Бегишев
Научный руководитель – В. П. Назаров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ttarg24@yandex.ru

Рассматривается проблема введения аддитивных технологий, анализируются возможности применения 3D-печати в ракетном двигателестроении.

Ключевые слова: 3D-печать, прототипирование, аддитивность.

APPLICATION OF 3D PRINTING TECHNOLOGY IN ROCKET MANUFACTURING

A. S. Torgashin, A. Yu. Leongard, A. M. Begishev
Scientific supervisor – V. P. Nazarov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ttarg24@yandex.ru

The author considers the problem of introduction of new additive technology, analyses feasibility of 3D-printing in rocket propulsion engineering.

Keywords: 3D-printing, prototyping, additive property.

В производстве современных ЖРД применяются узлы и агрегаты сложной формы. С целью создания оптимальных технологий изготовления, применяются аддитивные технологии, за основу которых лежит 3D-моделирование. Применение технологий 3D-печати позволяет создавать сложные 3D-объекты в объеме с возможностью масштабирования. При необходимости, уже созданные детали можно использовать в качестве образцов для настройки станков с ЧПУ, изготовлении транспортировочных тар или написании инструкции по технике безопасности. Технологии печати по металлу также открывают возможность печатей аддитивных деталей из композитных деталей или же с точечными присадками определенного материала, что скажется на весе изготавливаемого механизма и его технические характеристики. Не стоит забывать о композитных материалах, печать которых также можно произвести, так как современные 3D-принтеры уже позволяют произвести настройку материала под определенную деталь. Одним словом, технология 3D-печати позволяет сократить определенные технологические процессы или же убрать их совсем, а также снизить «человеческий фактор» ошибки при производстве детали [1].

3D-принтер – это специальное устройство, позволяющее создать 3D-модель на основе пластика, железа или композитных материалов. В основном технологи 3D-печати применяются для прототипирования и визуализации объекта (создание модели с прозрачным внешним корпусом, сложной детали или механизма), впрочем, технический прогресс раскрывает новые возможности (печать корпусов, печать моделей для литья) перед проектировщиками, приближая использование 3D-станка в промышленном производстве.

В нашем докладе, мы взяли чертежи детали гидрозатвор [2]. Воспользовавшись технологией 3D-печати по технологии FDM, он был изготовлен в масштабе 1/2 из abs-пластика с сохранением определенных требуемых характеристик (объем и структура). Данный процесс не потребовал больших затрат в плане используемого материала и выполнения всей технологической цепочки производства. Исходя из полученной модели, было выявлено следующее: сохранены габариты (с учетом масштаба) и сложная конфигурация детали, дано визуальное представление о ее структуре. Также был произве-

ден обмер детали по допускам и посадкам по чертежу. Превышений допусков зафиксировано не был. Учитывая трудоемкость и время на изготовление детали, можно сказать, что технология 3D-печати применима для мелкосерийного, а также единичного изготовления детали с высоким уровнем точности и сохранения габаритных размеров, учитывая развитие технологий на данный момент.

Библиографические ссылки

1. Панченко В. А. Применение аддитивных технологий при проектировании изделий и блоков для ракетно-космических систем // Тез. докл. XX науч.-техн. конф. молодых учёных и специалистов. С. 256–258.
2. Конструкция и проектирование жидкостных и ракетных двигателей : учебник для вузов / Г. Г. Гахун; В. И. Баули; В. А. Володин и др. М. : Машиностроение, 1989. 424с.: ил.

© Торгашин А. С., Леонгард А. Ю., Бегишев А. М., 2015

УДК 621.454.2

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

А. С. Торгашин, А. Ю. Леонгард, В. Е. Черепяхин
Научный руководитель – А. А. Зуев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ttarg23@gmail.com

Авторами разработано программное обеспечение, позволяющее провести термодинамический расчет и расчет охлаждения камеры ЖРД.

Ключевые слова: программное обеспечение, термодинамический расчет, охлаждение ЖРД.

SOFTWARE THERMODYNAMIC CALCULATION

A. S. Torgashin, A. U. Leongard, V. E. Cherepahin
Scientific supervisor – A. A. Zuev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ttarg24@yandex.ru

The authors have drawn up a program for calculating the parameters of the chamber wall along the length of the nozzle, as well as allow to simplify data analysis.

Keywords: program analysis, thermodynamic calculation.

Надежное охлаждение камер ЖРД является важнейшей задачей проектирования. Расчет охлаждения камер имеет ряд особенностей: процессы протекают при высоких температурах и соответственно высоких лучистых тепловых потоках, для охлаждения камеры используется компонентов топлива. Недостаточное охлаждение может привести к разрушению материала стенки камеры. Вследствие не обеспечения требуемого расхода компонента может привести к вскипанию топлива и как следствие падению энергетических характеристик двигателя в целом. С другой стороны избыточный перерасход приводит к увеличению массово габаритных характеристик и дополнительным энергетическим потерям в тракте охлаждения.

Разработано специализированное программное обеспечение термодинамического расчета и расчета охлаждения камеры ЖРД. Программное обеспечение позволяет провести расчет горения компонентов топлива и определить температуру продуктов сгорания и состав. Определить распределение параметров температуры, давления и скорости по длине дозвукового и сверхзвукового сопла. Провести расчет регенеративного охлаждения камеры и сопла ЖРД [1].

Расчет горения позволяет определить удельную формулу топлива, массовое стехиометрическое соотношение компонентов топлива, массовое действительное соотношение компонентов и коэффициент избытка окислителя, полную энтальпию топлива. Значение энтальпии позволяет определить температуру продуктов сгорания. Для определения равновесного состава продуктов сгорания используются три типа уравнений: четыре уравнения баланса элементов, шесть уравнений химического равновесия и закон Дальтона. Решение системы уравнений ведется численным методом путем последовательных приближений, изначально задавшись парциальным давлением водорода. Проверку решения уравнений осуществляем по закону Дальтона, баланса элементов и полной энтальпии.

Далее определяются параметры распределения скорости, давления и температуры в критическом сечении и по длине дозвукового и сверхзвукового сопла.

Расчет охлаждения ведется в следующей последовательности. Вся камера ЖРД разбивается на определенное количество элементов. Записывается и решается система уравнений теплового баланса. Для решения системы необходимо определить коэффициенты теплоотдачи от продуктов сгорания

к стенке камеры, от стенки тракта охлаждения к охлаждающему компоненту, а так же лучистый тепловой поток. Для определения удельного конвективного теплового потока используем критериальную зависимость Гухмана-Илюхина:

$$Nu = 0,0162Pe^{0,82} \left(\frac{T_{00}}{T_{г.ст}} \right)^{0,35}$$

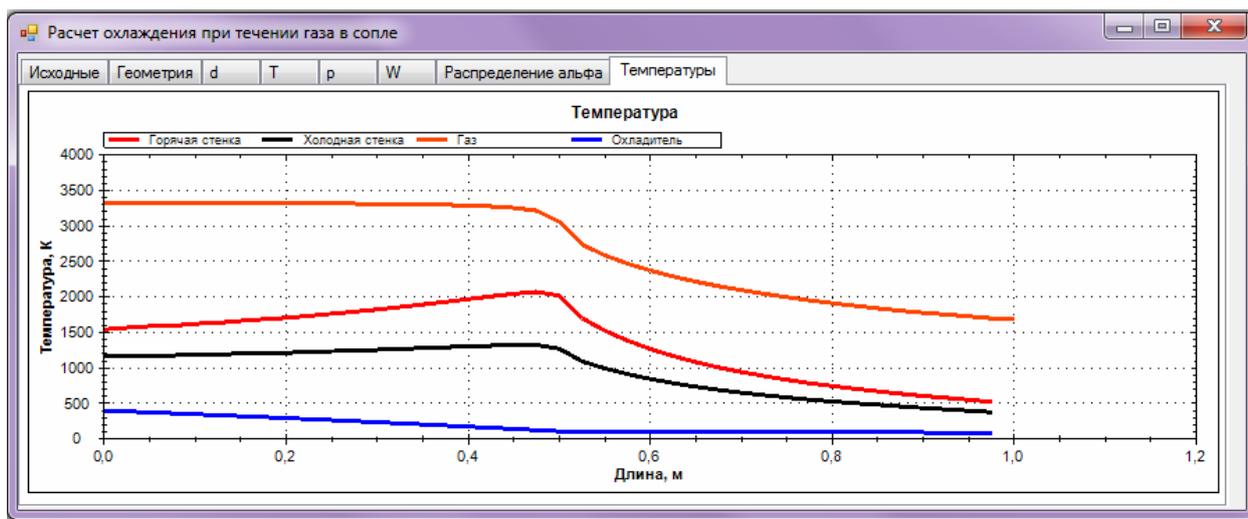
Для определения удельного конвективного теплового потока тракта охлаждения используем критериальную зависимость [1]:

$$Nu = Pr Re_u \frac{1}{Pr \frac{m+1}{3+m}} \left[\frac{m}{a_{\pi}^{m-1} (m+2)(m+3) Re_u} \right]^{\frac{2}{3+m}}$$

где $m = 7$ турбулентного течения в тракте, а также учитываем коэффициент оребрения.

Так же необходимо учесть лучистый тепловой поток от продуктов сгорания. Исходя из найденного состава продуктов сгорания определяем парциального давления, находим излучательную способность паров воды и углекислого газа [2]. Учитывая переизлучательную способность газообразных компонентов, определяем излучательную способность продуктов сгорания и эффективную излучательную способность стенки.

В связи с тем, что используется регенеративное охлаждение по схеме противоток, в алгоритме необходимо условно задать температуру охлаждающего компонента на выходе из тракта охлаждения и сравнить с расчетным. Решение ведется методом последовательных приближений до момента выполнения условий сходимости результатов.



Пример расчета распределения температур по длине камеры ЖРД

Алгоритм и программа расчета позволяют определять распределение по длине камеры ЖРД температуры стенки со стороны продуктов сгорания, температуры стенки со стороны тракта охлаждения, температуры охлаждающего компонента топлива (см. рисунок).

Библиографические ссылки

1. Кишкин А. А., Зуев А. А., Леонов В. П. Локальная теплоотдача в граничных условиях турбомашин. Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. № 1 (658). С. 3–10 с.
2. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования : учебник для вузов, 2-е изд., перераб и доп. / под ред. Д. А. Ягодникова. М. : изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. 48 с.: ил.

УДК 65.011.56

МЕТОДИКА НИСХОДЯЩЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

А. В. Устюгов, Т. А. Возиков
Научный руководитель – М. В. Кубриков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: raven131313@mail.ru

Рассмотрев существующие проблемы проектирования на производстве, мы выявили, что метод нисходящего проектирования является перспективным и легким в управлении.

Ключевые слова: нисходящее проектирование, скелетон, фитчер, схема.

TOP-DOWN DESIGN TECHNIQUES IN THE WORKPLACE

A. V. Ustyugov, T. A. Vozikov
Scientific supervisors – M. V. Kubrikov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: raven131313@mail.ru

The existing design problems at work, we found that the top-down approach is promising and easy to manage.

Keywords: top-down design, skeleton, fitcher scheme.

Принцип нисходящего проектирования (НП) представляет собой создание схемы содержащей спецификации и параметры, которые будут использоваться для управления всей сборкой. При использовании данной методики, на уровне сборки, создается компоновка изделия. Затем элементы этой компоновки распределяются на более низкие уровни, неся в себе информацию о базовых конструкторских идеях, которые были использованы при ее создании [1].

На первом этапе создается сборочная структура (блок-схема), которая содержит список подборок и компонентов входящих в основную сборку. При создании схемы используется скелетная геометрия для определения критической конструкторской информации (базовые размеры, посадочные поверхности, необходимые зазоры и диапазон перемещения компонентов внутри сборки).

Вторым этапом принципа НП является скелетон. Скелетоны обеспечивают возможность создания каркаса конструкции, без необходимости создания твердотельных элементов. Каркас состоит только из опорных элементов и фиксирует в пространстве базовые конструктивные решения по данной конструкции. Используя скелетную геометрию для фиксации в конструкции требований по необходимым зазорам, для проектирования монтажных поверхностей в деталях и для определения диапазона перемещения подвижных частей конструкции. В сборке скелетоны играют роль опорного каркаса. Скелетоны содержат опорные фитчеры и поверхности, и обеспечивают устойчивые ссылки при создании компонентов [2].

Схемы и скелетоны, помогают сосредоточить всю концептуальную информацию об изделии в одном месте и, при необходимости переносить эту информацию на более высокие уровни (на уровне под сборки и отдельных компонентов). Появляется возможность работы с отдельными под сборками и деталями без необходимости подгружать всю сборочную структуру. После установки ассоциативной связи между компонентами и их скелетонами (схемами), все изменения, внесённые в скелетон, отразятся на ссылочных компонентах. Это позволяет жестко контролировать весь процесс проектирования изделия [3].

Третий не маловажный этап заключается в создании фитчера. Фитчер используется для переноса геометрических ссылок из одной модели в другую. Использование этой функциональности при НП

снижает количество данных в сессии, так как не требует под грузки всей сборочной структуры. Работа происходит только с той частью информации, которая нужна для разработки конкретной детали или под сборки. При изменении исходной детали, геометрия, скопированная с этой детали в другую модель, так же измениться.

Существует два способа проектирования изделия: традиционный подход и проектирование сверху вниз. При традиционном – инженер разрабатывает индивидуальные детали не зависимо от сборки. Далее, из этих деталей формируются под сборки, и уже окончательным этапом является создание из деталей и подборок общей сборки изделия. Проектирование сверху вниз относится к проектированию, когда концептуальная информация об изделии помещается на более высокий уровень, а затем, распределяется на более низкие уровни структуры проекта. При такой схеме большая часть концептуальной информации становится доступной, и она может быть включена в конструкцию входящих деталей и подборок. Фиксирую всю концептуальную информацию в одном месте, облегчаем ее изменение в случае необходимости.

Данный метод НП во много раз сокращает время проектирования изделий и позволяет еще на начальном этапе учесть все пожелания заказчика. Так же данный метод позволяет внести изменения в изделия, где автоматически произойдет изменение под сборки и деталей.

Библиографические ссылки

1. Elektrotic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://any-book.org/download/80386.html> (дата обращения: 21.03.2015).
2. Elektrotic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/strukturnoe-modelirovanie-nadezhnosti-tehnologicheskikh-sistem-s-ispolzovaniem-skeletonov> (дата обращения: 20.03.2015).
3. Elektrotic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/resource/635/36635/files/dvgtu03.pdf> (дата обращения: 20.03.2015).

© Устюгов А. В., Возиков Т. А., 2015

УДК 05.07.10

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОМАГНИТНОЙ КОНВЕКЦИИ В ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А. Н. Чувашов
Научный руководитель – Д. А. Жуйков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: leshalex@mail.ru

Рассмотрена магнитная жидкость, представляющая собой устойчивую коллоидную систему которая обладает свойствами магнитного материала и жидкости-носителя, она может помочь решить множество научных и технических задач.

Ключевые слова: магнитная жидкость, коллоидный раствор, магнитное топливо.

APPLICATION TEPLOMAGNITNOY CONVECTION IN FUEL ROCKET ENGINES

A. N. Chuvashov
Scientific supervisor – D. A. Zhuikov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: leshalex@mail.ru

Magnetic fluid is a stable colloidal system, which has the properties of a magnetic material, and a liquid carrier, which can help to solve many scientific and engineering problems, is discussed.

Keywords: magnetic fluid colloidal solution magnetic fuel.

В связи с тем, что увеличивается активность человека в космосе и расширяются космические исследования, вопросы, связанные с поведением ракетного топлива, находящегося в баках космических аппаратов и подверженного воздействию невесомости, становятся все более и более важными. Вследствие уменьшения силы тяжести по мере удаления ракеты-носителя в космос, жидкая и парообразная фазы ракетного топлива свободно рассеиваются по всему объёму бака, создавая режим неуправляемости. Из-за этого возникает множество проблем. Например, необходимо учитывать влияние этого явления на эффективность продувки баков, при разработке конструкции входного отверстия топливного насоса с целью устранения кавитации и пульсаций, при разработке системы управления подачей жидкого топлива во входное отверстие насоса, для того чтобы обеспечить возможность повторного запуска ракетного двигателя [1]. Жидкое ракетное топливо и пар могут быть разделены и распределены посредством создания ускоряющих полей типа быстрого вращения бака или ускорения ракеты, но эти методы требуют относительно высоких энергетических затрат и сложных систем управления, поэтому они нежелательны, особенно, для больших транспортных средств. Более подходящим решением проблем, связанных с невесомостью, стало бы применение топлива, чувствительного к воздействию магнитных сил, обеспечивающих искусственно наложенную гравитацию.

Из-за сложившейся проблемы возник вопрос создания топлива, обладающего магнитными свойствами. Магнитная жидкость (МЖ) представляет собой устойчивую коллоидную систему стабилизированных высокодисперсных частиц магнитного материала в жидкой среде. Обладая одновременно свойствами магнитного материала и жидкости-носителя, она может помочь решить множество научных и технических задач. Диапазон применения индивидуальных магнитных жидкостей необычайно широк. Магнитные жидкости обладают уникальным сочетанием текучести, и способности ощутимо взаимодействовать с магнитным полем. Их свойства определяются совокупностью характеристик, входящих в неё компонентов (твёрдой магнитной фазы, дисперсионной среды и стабилизато-

ра), варьируя которыми можно в довольно широких пределах изменять физико-химические параметры МЖ в зависимости от условий их применения

Для ракетной отрасли магнитное топливо разработал Соломон Стивен Пайпелл (Штат Огайо, США. Дата публикации 2 ноября 1965. Номер патента 3-215-572.). Данное изобретение относится, в основном, к жидкому топливу, а именно, к низкоплотному и маловязкому магнитному топливу, применяемому в условиях невесомости. Целью данного изобретения является создание топлива, которое может удовлетворительно управляться и, следовательно, использоваться в невесомости.

Другой целью данного изобретения является получение топлива, на которое может быть наложена искусственная гравитация посредством намагничивания.

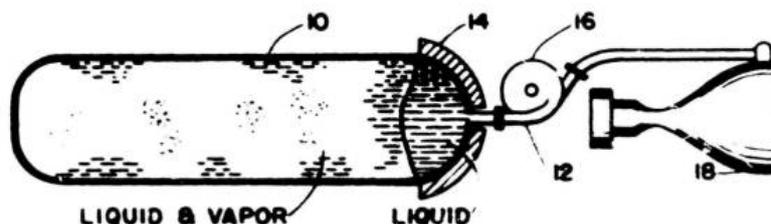
Ещё одной целью данного изобретения является обеспечение непрерывности топливного потока и лёгкости перекачивания в условиях невесомости. Ещё одной целью данного изобретения является получение маловязкой магнитной жидкости, которая может использоваться как ракетное топливо [1].

Поставленные цели были достигнуты с помощью нового намагниченного жидкостного топлива. Магнитные частицы распределены по всему объёму топлива и коллоидно взвешены в нём благодаря использованию частиц субмикронных размеров и вследствие того, что площадь поверхности каждой частицы по отношению к ее массе имеет значительную величину. Из-за малости частиц и большой площади поверхности частицы притягивают и удерживают молекулы топлива (дисперсионной среды) силами поверхностного натяжения или адсорбцией, обеспечивая таким образом устойчивость коллоидного раствора. Кроме того, из-за относительно малого содержания магнитного материала, топливо является главной составной частью коллоидного раствора, что обеспечивает малую вязкость, высокую текучесть и низкую диссипацию энергии из-за введения негорючих частиц [2].

Соломон Стивен Пайпелл создал новое магнитное топливо следующим образом. В шаровую мельницу первоначально поместили 300 мл нормального гептана, 30 г олеиновой кислоты и 200 г магнетита. Когда после 19 дней тонкого измельчения паста была готова, 200 мл коллоидного раствора слили. Затем дополнительно ввели приблизительно 200 мл топлива и стабилизатора в той же самой пропорции, что и приведена выше (10 мл гептана к 1 г олеиновой кислоты) и продолжили размол в течение 6 дней, после чего удалили следующие 200 мл коллоида, добавили дополнительные порции гептана и олеиновой кислоты и продолжили размол [3]. В этом примере был получен магнитный коллоидный раствор гептана, олеиновой кислоты и дисперсного магнетита.

Полученный раствор-коллоид оказался темно-коричневого цвета с гранулометрическим составом приблизительно от 0,06 до 0,24 микрона, большинство частиц имеет размер 0,10...0,20 микрона при среднем размере приблизительно 0,135 микрона. Столь малая величина частиц обеспечивает получение истинного коллоида в том случае, если количество дисперсного магнетита ограничено максимумом приблизительно 10% от веса раствора [1]. Коллоидный раствор имеет плотность, лишь ненамного превосходящую плотность гептана (0,684 г/мл) и, фактически, ту же самую вязкость, что и гептан, вследствие этого обеспечивается низкая величина диссипативных потерь энергии (например, при перекачке насосом).

На рисунке показана топливная система, которая может использовать новое магнитное топливо. Топливо находится в баке 10, к которому примыкает нагнетательный трубопровод 12, на котором расположены источник магнитного поля типа постоянного магнита 14 и насос 16. В условиях невесомости постоянный магнит 14 ориентирует и притягивает коллоидно взвешенные намагниченные частицы к нагнетательному трубопроводу 12. Углеродородные топливные молекулы (например, молекулы гептана), которые удерживаются этими частицами посредством сил поверхностного натяжения и/или адсорбцией, двигаются вместе с намагниченными частицами и вытесняют любой топливный пар из этой области; насос 16 приводится в действие, намагниченное топливо прокачивается через нагнетательный трубопровод 12 и воспламеняется в сопле 18. Возможны многие модификации и вариации данного изобретения в различных отраслях.



Топливная система ракетного двигателя

Данная топливная система может быть осуществлено иным образом, чем описано в данной работе.

Библиографические ссылки

1. Маловязкая магнитная жидкость [Электронный ресурс]. URL: <http://magneticliquid.narod.ru/> (дата обращения: 15.01.2015).
2. Фертман В. Е. Магнитные жидкости : справ. пособие. Минск : Высш. школа, 1988. 184 с.
3. Берковский Б. М., Медведев В. Ф., Краков М. С. Магнитные жидкости. М. : Химия, 1989.

© Чувашов А. Н., 2015

УДК 62-251-762.89:532.5.013.12

ОСНОВНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ КАВЕРН ТУРБОНАСОСНОГО АГРЕГАТА ЖРД

Д. С. Швецова, Т. А. Королёва
Научный руководитель – М. И. Толстопятов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Darya.Shvetsova@yandex.ru

Рассмотрены основные конфигурации вращательных каверн турбо насосного агрегата жидкостного ракетного двигателя.

Ключевые слова: жидкостные ракетные двигатели (ЖРД), турбо насосные агрегаты (ТНА), по- лость вращения, вращающийся диск, уравнения движения, вязкая жидкость, расходное турбулентное течение, напряжения трения, момент сопротивления, пространственный пограничный слой.

BASIC CONFIGURATIONS OF CAVITIES TURBOPUMP OF LIQUID ROCKET ENGINE

D. S. Shvetsova, T. A. Koroleva
Scientific supervisor – M. I. Tolstopyatov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Darya.Shvetsova@yandex.ru

We considered the basic configuration of the rotational cavities turbopump of liquid rocket engine.

Keywords: liquid rocket engine (LRE), turbopump, the cavity of the rotation, rotating disk, the equa- tions of motion, viscous liquid, consumable turbulent flow, voltage friction, the moment of resistance, spatial boundary layer.

Турбо насосные агрегаты современных жидкостных ракетных двигателей являются высокона- грузженными энергетическими узлами, основной задачей которых является стабильная подача компо- нентов топлива в камеру сгорания на всех режимах работы двигателя и при всех условиях полета ле- тательного аппарата. Требования по надежности, энергетической эффективности и ресурса работы ЖРД нового поколения выдвигают в качестве актуальной научно-технической задачи снижение гид- равлических и механических потерь, выравнивание полей скоростей и давлений в проточных трактах насосов и турбин ТНА. Большая доля гидравлических и дисковых потерь на трение имеет место именно во вращательных кавернах турбо насосного агрегата [1].

Течения в компонентах газовых турбин, индуцированные вращением диска, удобно разделить на ряд характерных конфигураций, каждая из которых учитывает те или иные условия и геометриче- ские особенности реальной конструкции (рис. 1).

Рабочие колеса в центробежных насосах и турбинах обычно вращаются в довольно узких кожухах, ширина которых мала по сравнению с радиусом диска [1; 2]. Использование приближения свобод- ного вращающегося диска приводит к большим погрешностям в случае малых зазоров между статором и ротором [2]. Проектирование конструкции зазора между ротором и статором, обеспечивающей опти- мальные показатели энергетической эффективности, является отдельной важной задачей.

Конфигурация, состоящая из двух коаксиальных дисков (рис. 2, а, б), один из которых является неподвижным, а другой вращается с постоянной угловой скоростью, используется в качестве основы для моделирования течений в кавернах, ограниченных ротором и статором. В реальных configura- циях учитывается влияние корпуса (рис. 2, в, г), которое значительно усложняет схему течения жид- кости в каверне. Также в системах на рис. 2, в, г имеет место осевой радиальный подвод или отвод рабочего тела или его вытекание из каверны по радиусу.

В зависимости от конфигурации каверны и режима работы ТНА поле скоростей между ротором и статором может иметь различный характер. Режим течения определяется как угловой скоростью вращения ротора, так и расходным течением, направление которого зависит от распределения давления в каверне по радиусу диска. Главным образом течение в каверне имеет вращательный характер. Основные схемы полей скоростей в радиальном направлении показаны на рис. 3. Для полостей центробежных насосов часто имеет место схема течения от периферии к центру вращения (см. рис. 3, а), тогда как для турбины течение имеет в основном только вращательный характер, но на роторе может быть течение от центра, а у статора к центру (рис. 3, б). Кроме того, в ТНА часто применяется гидродинамическое радиальное уплотнение в котором течение может быть направлено от центра вращения к периферии (см. рис. 3, в).

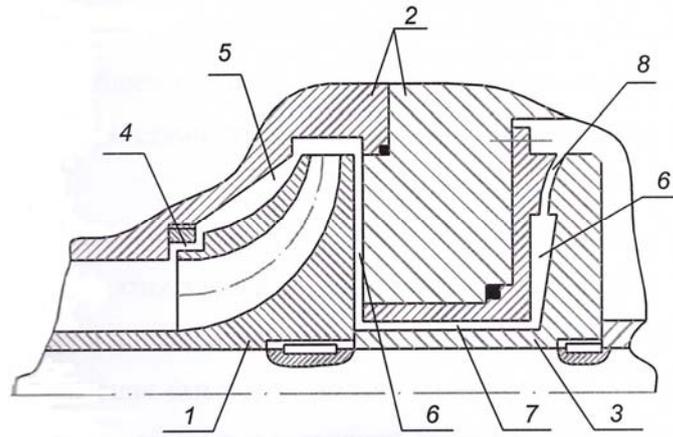


Рис. 1. Конструктивная схема электронасосного агрегата:
 1 – рабочее колесо; 2 – корпус насоса; 3 – автомат разгрузки;
 4 – щелевое уплотнение; 5 – коническая полость; 6 – торцевая полость
 (боковая пазуха); 7 – осевая полость; 8 – криволинейная полость

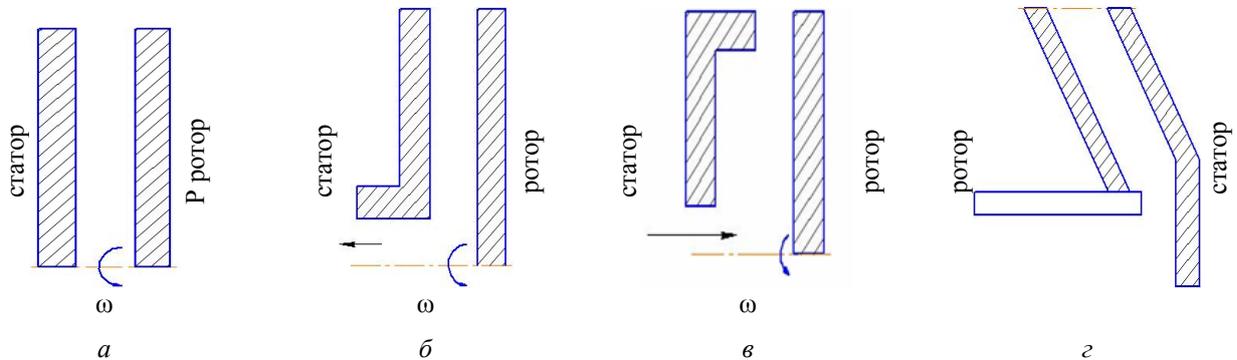


Рис. 2. Основные формы каверн в ТНА ЖРД:
 ω – угловая скорость вращения ротора

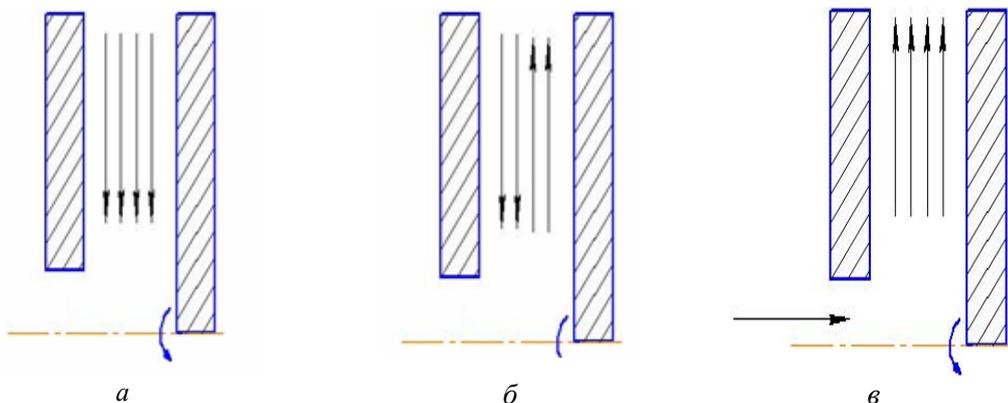


Рис. 3. Основные схемы течения в кавернах ТНА в радиальном направлении

Таким образом, вращательные каверны турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя представляют собой геометрически сложные элементы конструкции, в которых течение компонента топлива имеет неоднозначный характер, который оказывает значительное влияние на энергетическое совершенство двигателя в целом.

Библиографические ссылки

1. Овсянников Б. В., Боровский Б. И. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986. 376 с., ил.
2. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся плоскостях. М. : Физматлит, 2010. 488 с.

© Швецова Д. С., Королёва Т. А., 2015

УДК 629.78

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А. П. Ширнин, А. М. Лукишин
Научный руководитель – М. И. Толстопятов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: judo14493@mail.ru

Произведен анализ и сравнение различных двигательных установок космических летательных аппаратов. Рассматриваются двигатели малой тяги, а именно: жидкостной ракетный двигатель, твердотопливный ракетный двигатель, электрические ракетные двигатели: ионные, ядерные и плазменные двигатели космических аппаратов. Также рассматриваются энергетические характеристики и конструктивные особенности данных установок их, преимущества и недостатки.

Ключевые слова: двигательная установка, жидкостной ракетный двигатель, ракетный двигатель твердотопливный, ионный двигатель, ядерный двигатель.

ANALYSIS PROSPECTIVE DESIGN PROPULSION SPACECRAFT

A. P. Shirnin, A. M. Lukishin
Scientific supervisor – M. I. Tolstopyatov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: judo14493@mail.ru

The analysis and comparison of different propulsion spacecraft. Considered thrusters, namely liquid rocket engines, solid rocket motor, electric rocket engines: ion, nuclear and plasma engines spacecraft. It also discusses the energy characteristics and design features of these plants their advantages and disadvantages.

Keywords: propulsion system, liquid rocket engines, solid-propellant rocket engine, an ion engine, a nuclear engine.

В настоящее время номенклатура двигательных установок космических аппаратов очень разнообразна. В их число входят: Жидкостные ракетные двигатели (ЖРД), твердотопливные ракетные двигатели (РДТТ), электродвигатели, ионные, плазменные и ядерные двигательные установки [1].

Двигательная установка космического аппарата – система, создающая необходимую тягу для движения и корректировки космического аппарата. Наиболее распространенный тип двигательной установки космического аппарата – химический ракетный двигатель, в котором газ с высокой скоростью истекает из сопла. Также перспективным можно считать двигатель на основе солнечного паруса [4].

Жидкостные ракетные двигатели малой тяги (ЖРДМТ) – химические ракетные двигатели, использующие в качестве топлива жидкости, в том числе и сжиженные газы [1].

Важной отличительной особенностью ЖРДМТ, от других ракетных двигателей, является низкий уровень тяги на непрерывном режиме работы от нескольких десятых до 1 600 Н. Вторая отличительная особенность заключается в том, что они должны надежно работать как в непрерывном, так и в импульсных режимах. Главная трудность заключается в малых значениях расходов топлива, из-за малых расходов практически исключается возможность регенеративного охлаждения стенок камеры одним из компонентов. Высокая экономичность при условии надежного внутреннего охлаждения может быть получена лишь при размещении большого числа топливных форсунок на смесительной головке. Третья отличительная особенность заключается в выборе конструкционных материалов [3].

Твердотопливные двигательные установки (ТТРД) – энергетические установки, использующие в качестве топлива твёрдое горючее. Твердотопливные ракетные двигатели никогда не применялись в российской космонавтике, однако получили широкое применение в ракетной технике других стран. В основном в роли боковых ускорителей. Недостатками таких двигателей являются невысокий удельный импульс и относительные сложности с управлением тягой двигателя, его остановкой (отсечка тяги) и повторным запуском, по сравнению с ЖРД. ТТРД используется в основном, для создания тяги при вспомогательных операциях и в двигателях межконтинентальных баллистических ракет [4].

Электрический ракетный двигатель (ЭРД) – ракетный двигатель, принцип работы которого основан на преобразовании электрической энергии в направленную кинетическую энергию частиц. ЭРД применяются в качестве исполнительных органов систем ориентации, стабилизации и коррекции орбит автоматических космических аппаратов. В отличие от вышерассмотренных двигательных установок, в ЭРД, тяга создается посредством ускорения электрическим или магнитным полем облака заряженных частиц или плазмы. Несмотря на то, что электрические ракетные двигатели характеризуются гораздо меньшими значениями тяги, ЭРД позволяют при той же массе топлива в итоге разогнать космический аппарат до гораздо большей скорости.

Способность достигать высоких скоростей и высокий КПД использования рабочего вещества («топлива») делают электрореактивные двигатели перспективными для дальних космических полетов [2; 4].

Проведя анализ, можно сделать вывод, что наиболее перспективными основными двигателями космических летательных аппаратов являются ЭРД, в связи с малой отбрасываемой массой ракетного топлива. Время непрерывной работы таких ЭРД будет измеряться месяцами и годами; их использование вместо существующих ракетных двигателей позволит увеличить массу полезного груза космического летательного аппарата.

Библиографические ссылки

1. Алемасов В. Е., Дрегалин А. Е., Тишин А. П. Теория ракетных двигателей : учебник для вузов / под. ред. В. П. Глушак. М. : Машиностроение, 1980. 533 с.
2. Бассард Л., Делауэр Р. Ядерные двигатели для самолетов и ракет / сокр. пер. с англ. Р. Авалова, В. Матвеева, Л. Сорокина, Н. Трубицина. М. : Военное изд-во, 1967. 400 с.
3. Труды МАИ : электронный журнал. Вып. № 68 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mai.ru/upload/iblock/c29/c29e61271f8fb0ab18bc94014e03a4e3.pdf> (дата обращения: 07.04.2015).
4. Edgar Y. A Critical History of Electric Propulsion: The First 50 Years (1906–1956) // Choueiri in Journal of Propulsion and Power. 2004. Vol. 20, No. 2, p. 193–203.

© Ширнин А. П., Лукишин А. М., 2015

УДК 621.454.2

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Е. Н. Ярцев, Я. Ю. Бакулин, А. В. Бархатова
Научный руководитель – В. Ю. Журавлев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: akruks_17@bk.ru, vz@sibsau.ru

Предлагается решение по модернизации участка сборки-сварки ракетного двигателя, направленное на повышение производительности и качества выпускаемой продукции.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, робот.

THE POSSIBILITY OF AUTOMATION TECHNOLOGIES TO ASSEMBLE THE ROCKET ENGINE

E. N. Yartsev, Ya. Yu. Bakulin, A. V. Barkhatova
Scientific supervisor – V. Yu. Zhuravlyov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: akruks_17@bk.ru, vz@sibsau.ru

A solution is proposed in the article for upgrading of assembly-welding a rocket engine, aimed at increasing productivity and product quality.

Keywords: workflow, automation, robot.

В современном ракетно-космическом машиностроении при проектировании ракетных двигателей (РД) при разработке технологического процесса сборки закладываются следующие принципы [1]:

- высокая степень унификации сборочных единиц и деталей;
- конструктивно-технологическое членение двигателя на блоки;
- рациональная компоновка двигательной установки (ДУ) с целью уменьшения габаритных размеров и увеличения технологичности процесса сборки;
- выбор в качестве базового элемента сборки агрегата или блока РД;
- использование взаимозаменяемых деталей и сборочных единиц;
- типизация технологических операций в процессе сборки;
- использование объективных методов контроля на соответствие конструкторской и технологической документации выпускаемых изделий;
- применение средств механизации и автоматизации операций сборки.

Последний из приведенных принципов позволяет не только сократить длительность цикла изготовления РД, но и снизить его стоимость за счет сокращения численности персонала, повышения эффективности производственного процесса, качества продукции, снижения расходов сырья, повышения показателей безопасности, экологичности и экономичности.

В общем представлении под автоматизацией технологического процесса подразумевают – совокупность методов и средств, предназначенных для реализации системы, позволяющей осуществлять управление самим технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо оставления за человеком права принятия наиболее ответственных решений.

Автоматизация в рамках одного производственного процесса позволяет подготовить базу для внедрения систем управления производством и систем управления предприятием.

Одной из основных проблем, препятствующих внедрению автоматизации сборочного процесса, является не полная унификация деталей, что неизбежно влияет на увеличение номенклатуры приме-

няемого инструмента и препятствует типизации операций. Также немаловажным является кардинально другой подход к рассмотрению технологии производства ракетного двигателя, основанного на автоматизации процессов производства.

В современном производстве реализация автоматизированного выполнения технологических процессов возлагается на роботизированную технику. Благодаря широко внедряемым гибким решениям автоматизации, роботы пришли на смену дорогим специальным машинам.

Ранее промышленные роботы применялись исключительно в автомобилестроении и крупносерийном производстве. Благодаря непрерывному развитию робототехники и техники управления на сегодняшний день роботы используются далеко за пределами данных отраслей. Например, подобные технологии широко применяются такими авиационно-космическими компаниями как «Airbus» и «Boeing» при мелкосерийном производстве продукции.

На сегодняшний день развитие роботизированных систем достигло такого уровня, что их стало возможно применять практически на любом этапе технологического цикла производства РД: для производства заготовок, в качестве контрольно-измерительного средства, при механической обработке, нанесении покрытий, а также на сборочных и сварочных участках и т.д.

Например, сборочно-сварочный участок может быть укомплектован непосредственно сварочным источником, двумя или тремя роботами и несколькими одно- или двухосевыми манипуляторами, обеспечивающими управляемое вращение свариваемого изделия. Это достаточно, чтобы автоматизировать большинство выполняемых операций.

Применение на производстве промышленного робота KR 16 arc HW (Hollow Wrist) для дуговой сварки одной из известных мировых компаний по производству подобного оборудования «KUKA» (см. рисунок) [2; 3].



Робот KR 16 arc HW и модель его рабочей зоны.
Характеристики робота: рабочая зона: макс. радиус действия – 1636 мм;
количество осей – 6; вес – 245 кг

Робот содержит некоторые функции, делающие его абсолютно уникальным. Например, пропускное отверстие размером 58 мм в манипуляторе и руке позволяет безопасно перемещать в руке комплект шлангов для защитного газа. Это означает улучшенную доступность к сварочным швам. Высокая точность и качество выполнения швов исключает его последующую механическую обработку. Также его область применения можно расширить до выполнения: других видов сварочных работ, пайки, сборки, манипулирования, нанесения покрытий.

Использование этого автоматизированного робототехнического решения позволит существенно повысить производительность: как в сварке, так и в манипулировании – уменьшится длительность рабочего цикла, возрастет качество изготавливаемых изделий.

Библиографические ссылки

1. Технология производства жидкостных ракетных двигателей : учебник / В. А. Моисеев, В. А. Тарасов, В. А. Колмыков и др. / под ред. В. А. Моисеева, В. А. Тарасова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 381 с.: ил. Сер. Технологии ракетно-космического машиностроения.
2. Банк патентов [Электронный ресурс]. URL: <http://bankpatentov.ru/node/364488> (дата обращения: 23.03.2015).
3. KUKA Robotics RUS [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kuka-robotics.com/russia/ru/>. (дата обращения: 23.03.2015).

© Ярцев Е. Н., Бакулин Я. Ю., Бархатова А. В., 2015

Секция
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ
И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНАХ И АППАРАТАХ»

УДК 621.3.017.72

**РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО КОСМОСА
И АНАЛИЗ СПОСОБОВ РАСЧЕТА**

А. О. Булов, Д. А. Топоев
Научный руководитель – А. В. Делков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tema_bulov@mail.ru; dmitriy.topoev@gmail.ru

Рассматриваются алгоритмы расчета радиационных панелей космических аппаратов и анализ расчетов.

Ключевые слова: Космический аппарат, радиационная панель, расчет.

**CALCULATION OF THERMAL RADIATION IN THE OPEN SPACE
AND THE ANALYSIS METHODS OF CALCULATION**

A. O. Bulov, D. A. Topoev
Scientific supervisor – A. V. Delkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tema_bulov@mail.ru; dmitriy.topoev@gmail.ru

This paper covered algorithms for calculating the radiation panels of spacecraft and analysis of calculations.

Keywords: spacecraft, radiation panel, calculation.

Космический аппарат (КА) на орбите испытывает различные нагрузки, в это число входят и тепловые нагрузки [1]. Радиотехническая, энергетическая, фотографическая и другая аппаратура, установленная на космическом аппарате требует особых условий эксплуатации. Одним из основных требований для устойчивой работоспособности выше описанной аппаратуры является соблюдение определённого температурного диапазона.

Одна из основных проблем терморегулирования КА – необходимость отвода избыточного тепла в окружающее пространство (космос). Проблема теплоотвода состоит в том, что в космическом пространстве отсутствует конвективный теплообмен КА со средой. Единственный способ отвести тепло – излучить его в космическое пространство (возможен способ уноса тепла с потоком рабочего тела, – но он применяется редко). Для этого предусмотрены излучающие панели – радиаторы.

Расчет радиационных панелей ведется из закона Стефана-Больцмана. Известно, что количество излученного тепла в среду с поверхности КА пропорционально четвертой степени температуры этой поверхности. Из этого следует, что, чем больше температура рабочей поверхности радиатора КА, тем больше она излучит тепла в среду.

В качестве задач расчета радиаторов обычно рассматриваются определение их площади при известной производительности (конструктивный расчет), или определение их производительности при известной геометрии (поверочный расчет). Сам расчет осложняется следующими факторами:

– Температура в законе Стефана-Больцмана стоит в четвертой степени, что приводит к соответствующей степени уравнениям.

– Степень черноты поверхности меняет значение в зависимости от температуры.

В рамках данной работы были проанализированы основные способы расчета теплового излучения с радиационных панелей в условиях открытого космоса. Для расчета и анализа результатов была выбрана следующая задача: алюминия пластинка (теплопроводность 200 Вт/м*К) размерами 50×50×100 мм в качестве граничных условий имеет с одной стороны условие конвективного теплового потока (горячий теплоноситель системы терморегулирования космического корабля с температурой +80 С и коэффициентом теплоотдачи 200 Вт/м²К), с другой стороны – излучение в космическое пространство (температуру космоса примем равной 0К) (рис. 1).

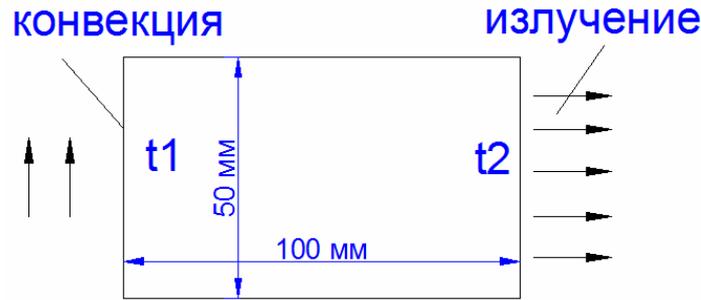


Рис. 1. Расчетная схема задачи

Расчет проводился двумя путями – аналитически и численно. Аналитически решалась система уравнений теплопередачи в пластине. Учитывался тепловой поток, проходящий в пластину сквозь поверхность теплоотдачи (Q_1) и тепловой поток с поверхности излучения (Q_2):

$$Q_1 = kF(t_n - t_1), \quad (1)$$

$$Q_2 = \varepsilon\sigma F((t_2 + 273)^4 - T_{space}^4), \quad (2)$$

где k – коэффициент теплоотдачи от потока в стенку; F – площадь поверхности; t_1, t_2 – температуры стенок со стороны потока теплоносителя и открытого космоса; ε – степень черноты стенки; σ – постоянная Стефана-Больцмана; T_{space} – температура открытого космоса (2,7 К, можно пренебречь).

Два уравнения образуют систему, так как должен соблюдаться баланс $Q_1 = Q_2$.

Температуры t_1 и t_2 связаны через тепловой поток, что отражает закон Фурье:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} F(t_1 - t_2), \quad (3)$$

где λ – коэффициент теплопроводности; δ – толщина стенки.

Выразим t_1 из закона Фурье и подставим в (1), в результате чего получим:

$$Q_1 = kF\left(t_n - \frac{Q\delta}{\lambda F} - t_2\right), \quad \text{или} \quad Q = \frac{kF(t_n - t_2)}{\left[1 + k\frac{\delta}{\lambda}\right]}. \quad (4)$$

После подстановки выражений для теплопроводности и приведении подобных получим уравнение 4 степени:

$$\frac{kF(t_n - t_2)}{\left[1 + k\frac{\delta}{\lambda}\right]} = \varepsilon\sigma F\left((t_2 + 273)^4 - T_{space}^4\right). \quad (5)$$

Решение этого уравнения графическим методом для вышеописанных граничных условий дает температуру стенки излучения $t_2 = 76,7$ °С (рис. 2).

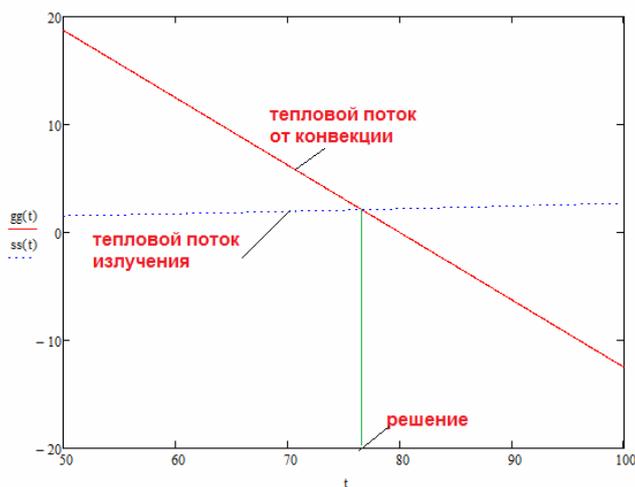


Рис. 2. Графическое решение уравнения

Численное решение с помощью пакета Salome Meca + Code_Aster [2] позволило получить картину распределения температур вдоль пластины (рис. 3).

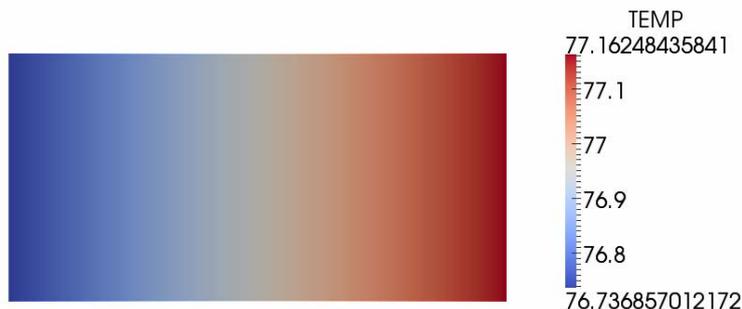


Рис. 3. Результат численного моделирования

Вычисленная температура поверхности излучения для обоих методов совпадает. Необходимо отметить, что численный метод позволяет получить решение при более сложных граничных условиях, что делает его универсальным инструментом исследования задач теплоотдачи.

Библиографические ссылки

1. Делков А. В., Ходенков А. А., Шевченко Ю. Н. Сравнение прямого и обратного цикла в системах терморегулирования космических аппаратов негерметичного исполнения // Вестник СибГАУ. 2014. № 4(56). С. 154–159.
2. Code-aster Validation Documentation. TPNV01 – Hollow sphere: convection [Электронный ресурс]. URL: http://www.code-aster.org/V2/doc/v11/en/man_v/v4/v4.43.001.pdf (дата обращения: 12.04.2015).

© Булов А. О., Топоев Д. А., 2015

УДК 536.24

ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕКЦИИ РАДИАТОРА-ИЗЛУЧАТЕЛЯ СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ

А. В. Делков, А. А. Ходенков, Д. А. Топоев, А. О. Булов
Научный руководитель – А. А. Кишкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: delkov-mx01@mail.ru

Рассматривается проблема оценки эффективности секции радиатора-излучателя системы терморегулирования. Ставится задача расчета сопряженного теплообмена. Приводятся результаты численного моделирования с использованием пакетов Syrthes и Code_Saturne.

Ключевые слова: сопряженный теплообмен, радиатор-излучатель.

NUMERICAL EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE RADIATOR SECTION IN SPACECRAFT THERMAL CONTROL SYSTEM

A. V. Delkov, A. A. Hodenkov, D. A. Topoev, A. O. Bulov
Scientific supervisor – A. A. Kishkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: delkov-mx01@mail.ru

This paper covered problem of evaluating the effectiveness of the radiator section in spacecraft thermal control system. The task of calculating the conjugate heat transfer is reviewed. Numerical results using software Syrthes and Code_Saturne are presented.

Keywords: conjugate heat transfer, radiator section.

Одним из значимых элементов систем терморегулирования (СТР) космических аппаратов является радиатор-излучатель, предназначенный для отвода тепловой энергии в космическое пространство [1]. В данной работе рассматривается радиатор-излучатель активной СТР, в котором передача тепла к радиатору осуществляется с помощью теплоносителя, движение теплоносителя принудительно. Расчет параметров такого радиатора-излучателя представляет собой задачу со сложным (сопряженным) теплообменом (conjugate heat transfer – СНТ). Рассмотрим секцию радиатора-излучателя (рис. 1), которая конструктивно представляет собой трубу с теплоносителем, соединенную с радиационной панелью. С одной стороны секция контактирует с потоком теплоносителя, – соответственно идет теплоотдача от теплоносителя в стенку; другая сторона панели является радиационной, с которой тепловой поток сбрасывается в открытый космос. Секции группируются в панели радиаторов-излучателей. Геометрия секции может быть разнообразной, в данной работе исследуется секция с параметрами, представленными на рис. 1.

Задача расчета сопряженного теплообмена в данном случае разбивается на две подзадачи: распределение температур в твердом теле (радиатор-излучатель) и распределение температур в жидком теплоносителе. Эти две подзадачи решаются совместно с общим граничным условием – конвективным теплообменом через стенку трубы.

Исходя из физической постановки задачи можно заключить, что на рабочий процесс секции радиатора наибольшее влияние оказывают следующие факторы:

- расход теплоносителя,
- коэффициент теплоотдачи от теплоносителя в стенку,
- размеры радиационной поверхности.

В рамках данной работы в качестве тестовой задачи решалась задача со следующими граничными условиями:

- рабочее тело – изооктан,
- материал радиатора – алюминий,
- температура теплоносителя на входе в секцию +60 °С,
- труба с диаметрами 12 мм (внутренний) и 13 мм (наружный), длиной 0,5 м,
- размер радиационной площадки 0,5 · 0,1 м, толщина площадки 2 мм,
- толщина контактной пластины между трубой и поверхностной пластиной – 2 мм.

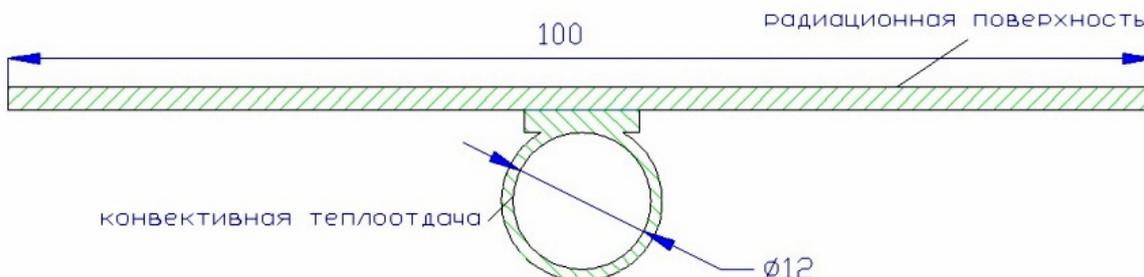


Рис. 1. Исследуемый профиль секции радиатора-излучателя

В качестве скоростей теплоносителя рассматривались 0,02; 0,05; 0,1 и 0,2 м/с, обеспечивающие ламинарный режим течения. Коэффициент теплоотдачи определялся по критериальным уравнениям с использованием теплофизических и транспортных свойств изооктана.

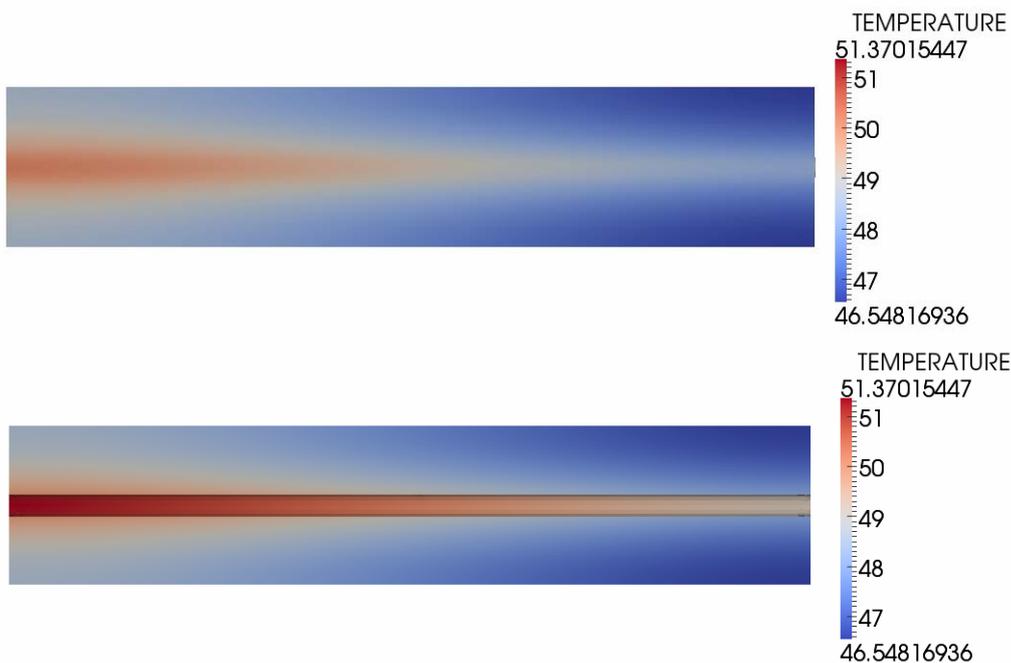


Рис. 2. Характер распределения температуры по излучающей поверхности при скорости потока 0,05 м/с (сверху – распределение по поверхности излучения, снизу – по оборотной стороне)

Задача решалась численно. Для решения расчетная область делилась на подобласти твердого тела и жидкости. Для расчета использовались совместно пакеты Sythes (тв. тело) [2] и Code_Saturne (жидкость) [3]. Подобласти разбивались на конечные элементы: для жидкости 7000 элементов, для твердого тела 20000 элементов. Результаты расчета представлены на рис. 2 и в табл. 1. Температура теплоносителя на выходе приведена средняя по сечению.

Результаты численных исследований показали, что при увеличении расхода теплоносителя расчет и эффективность радиатора. Это связано с двумя факторами: рост коэффициента теплоотдачи при увеличении скорости потока и уменьшение перепада температур теплоносителя на входе и на

выходе. Необходимо также отметить, что рост расхода теплоносителя в системе терморегулирования приводит к увеличению габаритов насосов и массы теплоносителя.

Результаты расчета

№	Теплоноситель			Радиационная поверхность		
	Скорость, м/с	Коэффициент теплоотдачи, Вт/м ² ·К	Температура на выходе*	Минимальная температура, °С	Максимальная температура, °С	Эффективность (излучено тепла)
1	0,02	127	(51)	+39,94	+47,15	28,26 Вт
2	0,05	201	(56)	+46,55	+51,37	30,35 Вт
3	0,1	284	(58)	+50,21	+53,92	32,01 Вт
4	0,2	402	(59)	+53,45	+55,62	32,86 Вт

* Средняя по сечению.

В целом результаты исследования показали возможность численного решения задачи сопряженного теплообмена для участка радиатора-излучателя. Однако стоит отметить, что даже для такого короткого участка время расчета одного случая составляет 15 минут. Для решения задачи оптимизации по нескольким параметрам (площадь панели, расход, геометрия) необходимо рассмотрение упрощенной задачи (например, 1-D теплообмен в области жидкости).

Библиографические ссылки

1. Делков А. В., Танасиенко Ф. В., Ходенков А. А. Расчет параметров жидкостного контура системы терморегулирования // Решетневские чтения. 2014. Т. 1. № 18. С. 132–134.
2. SYRTHES – Software – EDF R&D [Электронный ресурс]. URL: <http://researchers.edf.com/software/syrthes-44340.html> (дата обращения: 12.04.2015).
3. WELCOME TO CODE_SATURNE [Электронный ресурс]. URL: <http://code-saturne.org/cms/> (дата обращения: 12.04.2015).

© Делков А. В., Ходенков А. А., Топоев Д. А., Булов А. О., 2015

УДК 621.57

ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ СТИРЛИНГА КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Р. Р. Мамедли

Научный руководитель – А. В. Делков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: mr.mamedli@mail.ru

Статья посвящена холодильным машинам Стирлинга, исследование которых является перспективным направлением для развития холодильной техники. Дается краткий обзор конструкций этих машин. Рассмотрены области применения криогенных газовых машин и микроохладителей Стирлинга. Показан научно-технический потенциал отечественного конструирования машин Стирлинга.

Ключевые слова: холодильные машины Стирлинга, микроохладители, холодопроизводительность.

THE STIRLING-CYCLE REFRIGERATORS AS PERSPECTIVEDIRECTION IN REFRIGERATION

R. R. Mamedli

Scientific supervisor – A. V. Delkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: mr.mamedli@mail.ru

The article deals with Stirling – cycle refrigerators which researching isperspective direction for development ofrefrigeration. The article shows short review ofconstructionsthesecycles.The application of cryogenic gas machines and microcoolers is viewed. The scientific and technical power of domestic construction of Stirling – cycles is presented.

Keywords: stirling-cycle refrigerators, microcooler, refrigerating capacity.

Цель данной статьи показать особый интерес к использованию машин Стирлинга для создания холода. Объектом нашего теоретического исследования является холодильные машин Стирлинга, путь их развития и конструкция. Новизна исследования заключается в анализе перспективности отечественной и иностранной промышленности на примере действующих аналогов машин Стирлинга.

За рубежом, перспективность использования машин Стирлинга в области умеренного холода становится очевидным [1]. На данный момент в России наиболее значительным научным потенциалом в области создания машин Стирлинга умеренного холода обладает ООО «ИИЦ «Стирлинг-технологии», специалисты которого занимаются исследованиями в данной области с 1990 года.

В настоящее время в мире проблемами создания новых образцов машин Стирлинга и их производства занимается не менее 140 крупных компаний и научно-исследовательских организаций, многие из которых достигли значительных успехов, и вышли на серийное производство. Широкое распространение получили микрокриогенные машины Стирлинга, которые перекрывают требуемый диапазон полезных холодопроизводительностей практически во всем интервале температур от 8 до 80–100 К. Начиная с 1978 г. и до настоящего времени ведутся интенсивные проработки конструкций машин с линейным приводом и магнитным подвесом поршня и вытеснителя. Сегодня есть примеры разработки микрокриогенных систем для космических объектов на базе криогенных газовых машин Стирлинга. Так, например, система криостатирования спектрометра гамма-излучения на базе четырех криогенных газовых машин Стирлинга непрерывно проработала без обслуживания на орбите в течение более 860 суток.

В настоящее время в разных странах выпускаются десятки модификаций микромашин, используемых в микрокриогенных системах различного назначения. Наиболее распространена конструкция одноступенчатого микроохладителя. Компрессорный цилиндр, холодильник и кронштейны для крепления коренных подшипников выполнены в виде одной детали. Благодаря этому сокращено число разъемных соединений и обеспечено удобство сборки механизма движения и блока цилиндров. Отпала необходимость в выполнении монтажных окон в картере [2].

В криогенной газовой машине марки PLA-100, изготовленной фирмой «Филипс» в 1955 г, использован более простой и более надежный в работе кривошипно-шатунный механизм привода поршня и вытеснителя. Но не этим отличием следует объяснять то, что Келлеру и Джонкерсу удалось возродить забытую машину. Успех объясняется, с одной стороны, использованием в качестве рабочего тела водорода и гелия, обладающих хорошими теплофизическими характеристиками, с другой стороны – созданием эффективных теплообменных аппаратов. Удачные решения, полученные во время работ подготовительного этапа, позволили опровергнуть мнение о неперспективности машин Стирлинга. Рассмотренная схема и большая часть конструктивных решений использованы в ряде машин холодопроизводительностью до 1 000 Вт. В частности, фирма «Филипс» выпускает машину PLA-107, отличающуюся от рассмотренной увеличенным диаметром цилиндра (В–80 мм). Машину выпускают в трех модификациях, рассчитанных на ожижение влажного воздуха, на ожижение азота в воздухоразделительной установке и на работу с термокамерой. Из отечественных машин близки по конструкции машины ЗИФ-700 и ЗИФ-1000 [3].

Перспективность направления развития отечественной холодильной промышленности на основе производства и широкого применения холодильных машин Стирлинга обусловлена наличием в России достаточно большого опыта, накопленного в области криогенных газовых машин (КГМ) Стирлинга, а также промышленных предприятий и научно-исследовательских организаций, имевших или имеющих непосредственное отношение к производству машин Стирлинга.

Библиографические ссылки

1. Холодильщик.RU [Электронный ресурс] URL: <http://www.holodilshchik.ru> (дата обращения: 12.04.2015).
2. Суслов А. Д., Гороховский Г. А., Полтараус В. Б., Горшков А. М. Криогенные газовые машины. М. : Машиностроение, 1982. 213 с.: ил.
3. Новотельнов Н. Н., Суслов А. Д., Полтараус В. Б. Криогенные машины : учебник для вузов. СПб. : Политехника, 1991. 335 с.: ил.

УДК 620.1: 621.81

**СТЕНД И МЕТОДИКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К ВЗРЫВНОЙ ДЕКОМПРЕССИИ**

А. А. Ашейчик, В. Л. Полонский

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Российская Федерация, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
E-mail: aseichik52@mail.ru

Представлена конструкция стенда и методики для испытаний композиционных полимерных материалов и резин, использующихся в аэрокосмической промышленности на устойчивость к взрывной декомпрессии.

Ключевые слова: резины, полимерные материалы, взрывная декомпрессия, стенды, испытания.

**THE STAND AND TECHNIQUE FOR TESTS OF MATERIALS FOR STABILITY
TO EXPLOSIVE DECOMPRESSION**

A. A. Ashejchik, V. L. Polonsky

Peter the Great St.-Petersburg Polytechnical University
29, Polytechnicheskaya str., St.-Petersburg, 195251, Russian Federation
E-mail: aseichik52@mail.ru

The design of the stand and a technique for tests of composite polymeric materials and the rubbers used in the space industry on stability to explosive decompression is presented.

Keywords: rubbers, polymeric materials, explosive decompression, stands, tests.

Явление взрывной декомпрессии, сопровождающееся образованием пузырей на поверхности уплотнения из эластомеров или полимеров или трещин внутри него, наблюдается при быстром открытии шаровых кранов, клапанов или задвижек с большим условным проходом. Поэтому в таких конструкциях, применяющихся в аэрокосмической промышленности, используют специальные составы эластомеров и полимеров, устойчивых к данному явлению при температурах до 150 °С, и перепадах давлений в сотни атмосфер, происходящих за секунды [1].

На кафедре машиноведения и основ конструирования СПбПУ Петра Великого разработан и создан стенд предназначенный для испытания композиционных полимерных материалов и резин на устойчивость к взрывной декомпрессии при температурах до 220 °С и давлении газа до 150 атм [2]. Скорость сброса давления – до 1 000 атм в секунду. Объем для размещения образцов 70 см³. Стенд состоит:

- из автоклава, в который помещаются образцы испытываемых материалов;
- арматуры высокого давления, соединяющей автоклав с газовым баллоном на 150 атмосфер и содержащей манометры, регулировочные и запорные вентили;
- термошкафа для нагрева автоклава при проведении высокотемпературных испытаний;
- шарового газового крана AL-33 с условным проходом DN 15, рассчитанного на эксплуатацию при предельном давлении 200 атм, температурах до 220 °С и позволяющего осуществлять резкий сброс избыточного давления газа из автоклава;
- датчика избыточного давления ALPHA-N регистрирующего изменение давления в автоклаве

в момент открытия шарового крана, имеющего интегральный преобразователь давления на диффузионных резисторах;

– блока регистрации поступающего с датчика аналогового сигнала, состоящего из источника питания, цифрового осциллографа PCS-500A и компьютера.

На рис. 1 приведен внешний вид основного узла стенда: автоклава, помещенного в термошкаф.

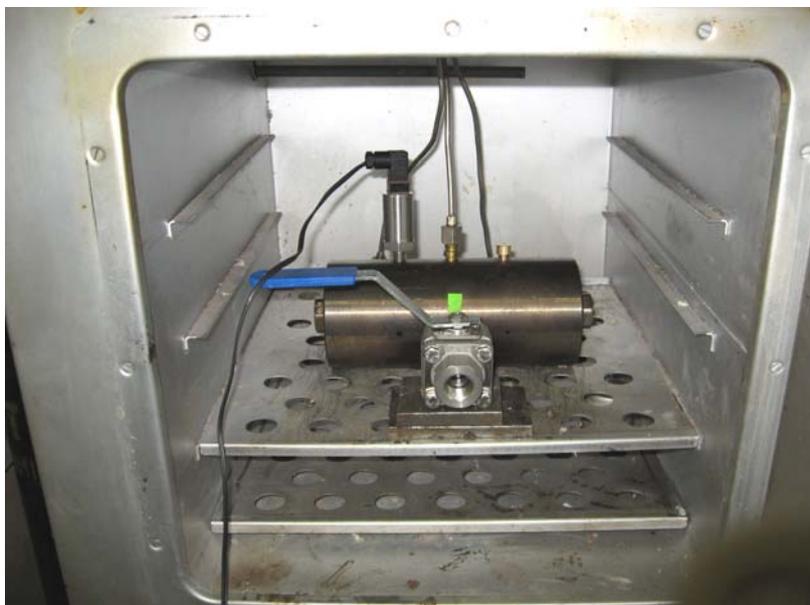


Рис. 1. Внешний вид термошкафа с автоклавом

При повороте рукоятки шарового крана AL-33 происходит резкий сброс давления в автоклаве. Например, сброс давления со 150 атм до атмосферного может быть выполнен за время от 0,1 с до 1 с в зависимости от скорости поворота рукоятки шарового клапана. Комплект контрольно-измерительной аппаратуры стенда позволяет регистрировать непрерывное изменение давления в автоклаве с периодичностью 0,01 с при точности измерения до 0,01 атм. Измерение давления в автоклаве в момент сброса давления производится комплектом контрольно-измерительной аппаратуры стенда, состоящим из цифрового запоминающего осциллографа PCS-500A и персонального компьютера. Информация о скорости изменения давления запоминается в виде файлов цифровых протоколов и файлов с изображениями экранов компьютера. В зависимости от выбранной методики можно менять скорости сброса давления в автоклаве (рис. 2).

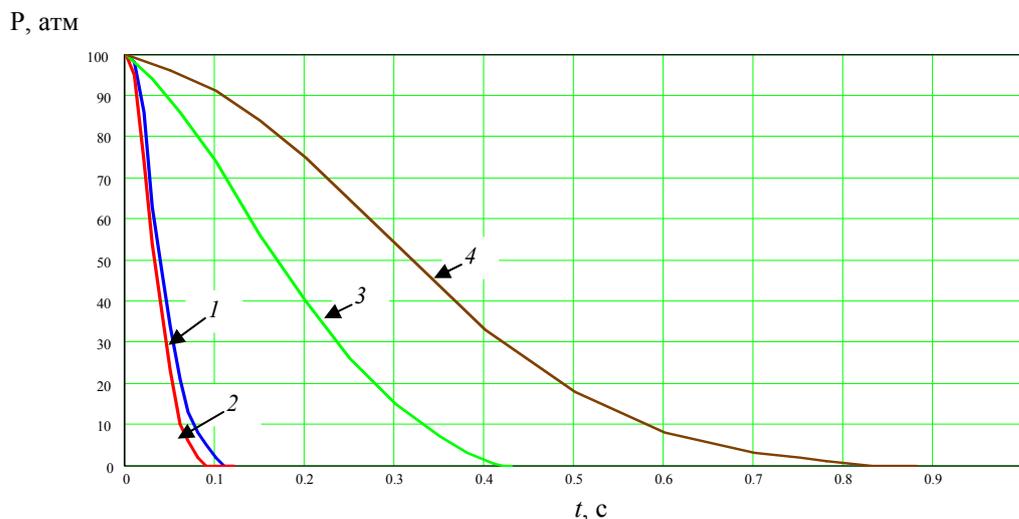


Рис. 2. Графики изменения давления в автоклаве при различных скоростях поворота рукоятки шарового крана:

1 – быстро; 2 – очень быстро; 3 – медленно; 4 – очень медленно

При разработке специальных эластомеров и полимеров, устойчивых к взрывной декомпрессии важно не только наличие стенда для испытаний на взрывную декомпрессию, но и, как показали исследования, выбранная методика.

К понятию методика испытаний в данном случае относят:

- давление в камере, в которую помещают образцы эластомера или изделия из него;
- температуру, до которой нагревается камера;
- состав газа или жидкости, заполняющих камеру;
- продолжительность нахождения эластомера в камере;
- время, за которое происходит сброс давления с максимальной величины избыточного давления, до атмосферного (время декомпрессии);
- число сбросов давления (циклов декомпрессий).

Исследования по разработке методики испытаний эластомеров на устойчивость к взрывной декомпрессии позволили найти оптимальную методику испытаний эластомеров на устойчивость к взрывной декомпрессии [3]. Характеристики сравниваемых методик приведены в табл. 1.

Характеристики возможных методик испытаний

Параметр	Тест 1 (базовая методика)	Тест 2
Давление	140 атм	140 атм
Температура	20 и 150 °С	20 и 150 °С
Состав газа	N ₂ (90 %) / CO ₂ (5 %) / He(5 %)	N ₂ (90 %) / CO ₂ (5 %) / He(5 %)
Время декомпрессии	150 – 0 атм < 0,1с	150 – 0 атм < 0,1с
Время насыщения газом	48 ч	240 ч
Число сбросов давления	5	1

В процессе выбора оптимальной методики испытывались обычная резина типа NBR и специальная резина типа NBR, устойчивая к взрывной декомпрессии. В результате проведенных исследований установлено, что увеличение времени насыщения резины газом с 2-х суток (базовая методика) до 10 суток (тест 2) может выявить виды разрушения, не наблюдаемые при использовании базовой методики:

- образование воздушных пузырей на поверхности специальной резины, если эта поверхность имела мелкие дефекты, возникшие на стадии формовки образца из резиновой смеси;
- образование глубоких трещин на поверхности образцов из обычной резины, вместо образования воздушных пузырей, характерного для этих образцов при использовании базовой методики.

Библиографические ссылки

1. Ашейчик А. А., Чулкин С. Г. Экспериментальная механика : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2008. 107 с.
2. Ашейчик А. А., Полонский В. Л., Чулкин С. Г. Вычислительная механика. Расчет деталей машин методом конечных элементов : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2011. 301 с.
3. Ашейчик А. А., Полонский В. Л. Экспериментальное исследование эластомеров и полимеров для нефтяной промышленности. СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2015. 236 с.

© Ашейчик А. А., Полонский В. Л., 2015

УДК 62-762.4, 62-762.8, 678

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ЭЛАСТОМЕРОВ

А. А. Ашейчик, В. Л. Полонский

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Российская Федерация, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
E-mail: aseichik52@mail.ru

Рассмотрены вопросы определения энергии активации эластомеров, используемых для изготовления резиновых уплотнений в узлах ракетной и космической техники. Показано, что энергия активации может быть определена по результатам экспериментальных испытаний образцов из резин на усталостную выносливость при знакопеременном изгибе с вращением.

Ключевые слова: энергия активации, эластомеры, экспериментальные характеристики, усталостная выносливость, термофлуктуационная теория.

EXPERIMENTAL DEFINITION OF ENERGY OF ACTIVATION OF ELASTOMERS

A. A. Asheichik, V. L. Polonsky

Peter the Great St.-Petersburg Polytechnical University
29, Polytechnicheskaya str., St.-Petersburg, 195251, Russian Federation
E-mail: aseichik52@mail.ru

The questions of definition of energy of activation of elastomers, used for manufacturing the rubber seals in assembled component of rocket and space technics are considered in the article. It is shown that energy of activation can be defined by results of experimental tests of samples from rubbers on fatigue endurance at a sign-variable bend with rotation.

Keywords: energy of activation, elastomers, experimental characteristics, fatigue endurance, thermofluctuation theory.

Для прогнозирования долговечности работы подвижных и неподвижных уплотнений в узлах ракетной и космической техники с использованием термофлуктуационной теории необходимо знать энергию активации резины, из которой будет сделано данное уплотнение. Как известно [2] энергия активации разрушения твердого тела в отсутствие напряжения меняется от материала к материалу. Однако для каждого материала она является своего рода физической константой, независимой от состояния материала. Достоинством этой концепции является возможность прогнозирования момента разрушения и неразрушающего контроля прочности. Целью работы являлось создание практической методики для определения энергии активации эластомеров на примере резины HNBR марки 1088 [2]. Основой для определения энергии активации эластомеров являлись в данной работе экспериментальные характеристики резин, полученные по ГОСТ 10952–75 «Метод определения характеристик усталостной выносливости при знакопеременном изгибе эластомеров с вращением».

Сущность метода заключается во вращении под определенным углом образца до его разрушения [3]. Внешний вид открытой камеры установки для определения характеристик усталостной выносливости эластомеров при знакопеременном изгибе с вращением [4; 5] представлен на рис. 1. Испытывались стандартные образцы диаметром 8 мм и длиной рабочей части образца 23,5 мм при изгибе с заданной амплитудой деформаций ϵ_α и заданными частотой вращения и температурой окружающей среды. Образец из эластомера закрепляется в зажимах, таким образом, что создается угол изгиба α , имитирующий величину угловой несоосности валов. Результаты испытаний резины приведены в табл. 1.

При этих испытаниях путем изменения угол изгиба α задавалась его относительная деформация ϵ_α и образец приводился во вращение с частотой 3 000 об/мин. В процессе испытаний записыва-

лась температура на поверхности образца и число циклов до его полного разрушения. За разрушение образца принимали его разделение на две части на рабочем участке.



Рис. 1. Внешний вид установки для исследования усталости эластомеров

Экспериментальные характеристики усталостной выносливости резины 1088

№ опыта	E_A	N , циклов	T , °C	T , °K
1	0,100	$3,5 \cdot 10^5$	172	445
2	0,125	$6,0 \cdot 10^4$	182	455
3	0,150	$1,8 \cdot 10^4$	187	460
–	0,200	$3,8 \cdot 10^3$	191	464

Для определения энергии активации резины использовалось уравнение термофлуктуационной теории, записанное относительно числа циклов N образца из эластомера до его разрушения

$$N = C \cdot \epsilon_{\alpha}^{-b} \cdot \exp\left(\frac{U_0}{RT}\right),$$

где U_0 – энергия активации, кДж/моль; R – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура, °K; b и C – постоянные, характеризующие процесс разрушения.

Данное уравнение записанное для каждого из трех опытов, результаты которых приведены в табл. 1, с использованием номера опыта в качестве индекса экспериментально найденной величины примет вид

$$\lg N_1 = \lg C - b \cdot \lg \epsilon_{\alpha 1} + \lg e \cdot \left(\frac{U_0}{RT_1}\right),$$

$$\lg N_2 = \lg C - b \cdot \lg \epsilon_{\alpha 2} + \lg e \cdot \left(\frac{U_0}{RT_2}\right),$$

$$\lg N_3 = \lg C - b \cdot \lg \epsilon_{\alpha 3} + \lg e \cdot \left(\frac{U_0}{RT_3}\right).$$

Решая систему этих трех уравнений с тремя неизвестными получим: энергия активации для резины HNBR марки 1088 составляет $U_0 = 124$ кДж/моль; постоянная $C = 2,86 \cdot 10^{-14}$; постоянная $b = 4,50$. На рис. 2 в виде точек приведены экспериментальные значения числа циклов до разрушения образца N , а в виде сплошной линии приведена зависимость, описывающая этот процесс на основании термофлуктуационной теории.

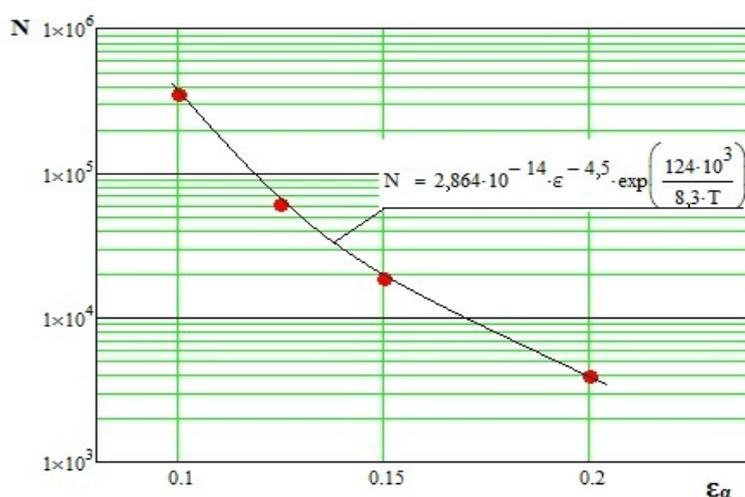


Рис. 2. Результаты усталостных испытаний резины 1088

Таким образом, в результате проведенных исследований получена практическая методика для экспериментального определения энергии активации эластомеров на примере резины HNBR марки 1088.

Библиографические ссылки

1. Ашейчик А. А., Чулкин С. Г. Экспериментальная механика : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2008. 107 с.
2. Ашейчик А. А., Полонский В. Л., Чулкин С. Г. Вычислительная механика. Расчет деталей машин методом конечных элементов : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2011. 301 с.
3. Ашейчик А. А., Полонский В. Л. Экспериментальное исследование эластомеров и полимеров для нефтяной промышленности. СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2015. 236 с.
4. Ашейчик А. А. Стенд для исследования динамического модуля и модуля внутреннего трения эластомеров // Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах : материалы XIV Всерос. конф. по проблемам науки и высшей школы. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2010. С. 140–141.
5. Ашейчик А. А., Ахметшин Т. Д. Испытание эластомеров при знакопеременном изгибе с вращением // XL Неделя науки СПбГПУ : сб. материалы. СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2011. С. 156–157.

© Ашейчик А. А., Полонский В. Л., 2015

УДК 629.13.01

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОВИБРАЦИЙ В КОСМИЧЕСКОМ АППАРАТЕ

Д. Ф. Баляков, Д. В. Егоров, Е. Д. Мироненко, А. В. Шатов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: d-bolyakov@iss-reshetnev.ru

Изложена процедура моделирования воздействия микровибрации на точную аппаратуру космического аппарата дистанционного зондирования, приведен алгоритм моделирования и основные результаты численного моделирования, подтверждающие выполнение заданных требований.

Ключевые слова: микровибрация, конечно-элементная модель, космическая обсерватория.

SPACECRAFT MICROVIBRATION SIMULATION

D. F. Balyakov, D. V. Egorov, E. D. Mironenko, A. V. Shatov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: d-bolyakov@iss-reshetnev.ru

The article covers the procedure of the spacecraft precision devices microvibration simulation and major results of numerical simulation are presented giving evidence of compliance to the specified requirements.

Keywords: microvibration, finite-element model, spacecraft observatory.

Влияние микровибраций на точную аппаратуру, в настоящее время является одним из важнейших факторов при проектировании высокоточных крупногабаритных конструкций дистанционного зондирования. Изначально влиянию микровибраций серьезного значения не придавалось, в силу отсутствия угрозы для разрушения конструкции КА. Однако в настоящее время основное влияние микровибраций следует учитывать при создании высокоточного оборудования дистанционного зондирования. Возросшие требования по точности работы целевой аппаратуры, накладывая существенные ограничения на уровни микровибраций работающих систем КА. Основным негативным фактором влияния микровибраций является «размытие» получаемой картинки, что в условиях повышения качества получаемой информации является недопустимым. Влияние микровибрации на работу целевой аппаратуры КА ДЗЗ представлено на рис. 1.

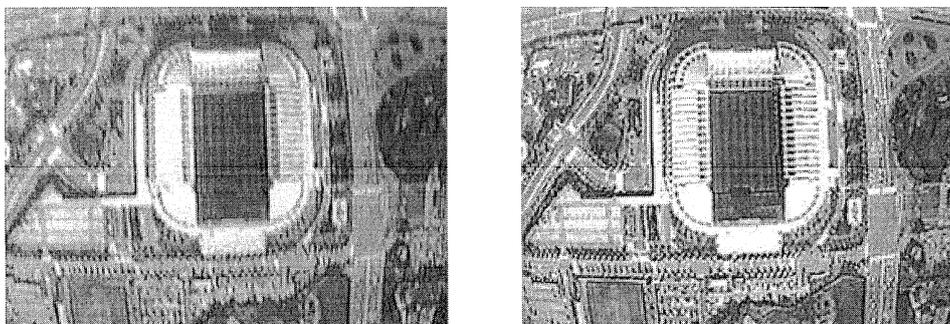


Рис. 1. Влияние микровибрации на работу целевой аппаратуры КА ДЗЗ

Одним из наиболее частых источников микровибрационного воздействия, является работа управляющих двигателей маховиков (УДМ). Уровни микровибрации, при работе данного агрегата, в два раза превышают уровни, создаваемые колебаниями теплоносителя системы терморегулирования,

и таким образом являются определяющими при выборе параметров моделирования функции внешнего нагружения [2].

Помимо дистанционного зондирования земной поверхности аэрокосмическими средствами, интерес представляют КА для исследования дальнего космоса, а именно космические обсерватории (КО). Впервые, проблему микровибраций в серьез начали рассматривать на этапе эскизного проектирования КО «Спектр-М», более известной как «Миллиметронтрон». Целевая аппаратура (главное зеркало) КО «Миллиметронтрон», представлена на рис. 2.

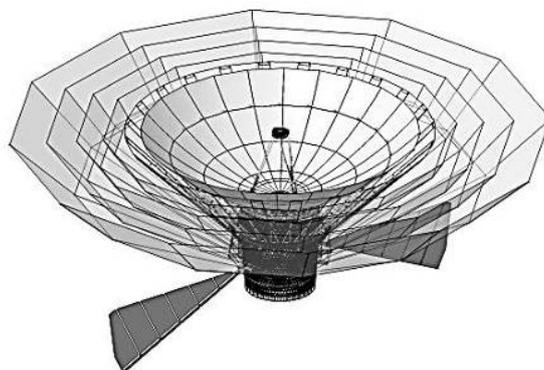


Рис. 2. КО «Миллиметронтрон»

Исходя из вышесказанного возникает проблема в объективном математическом описании и анализе указанной выше проблемы, для определения требований по виброзащите целевой аппаратуры КО.

Цель данной работы – дать предварительную оценку влияние микровибраций на перемещения контррефлектора главного зеркала КО «Миллиметронтрон».

В ходе выполнения работы были решены следующие задачи:

1. Создать конечно-элементную модель контррефлектора;
2. Определить входной уровень нагружения;
3. Определить функцию внешнего нагружения;
4. Определить коэффициенты передачи исследуемой конструкции.

Для достижения поставленной цели и решения указанных задач, была сформирована конечно-элементная модель контррефлектора оптической системы в программном модуле MSC Nastran. В расчетной схеме реальный объект заменяется дискретной моделью, которая представляет собой совокупность узлов и связанных с ними конечных элементов с соответствующими свойствами. Модель состоит из 60002 узлов и 60003 элементов. Штанги опор смоделированы балочными элементами, зеркало смоделировано сосредоточенной массой. КЭМ контррефлектора (рис. 3) [1].

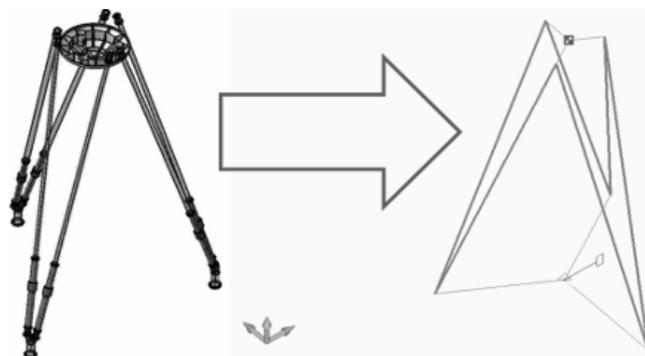


Рис. 3. Формирование КЭМ контррефлектора

Функция внешнего нагружения – единичное воздействие ускорения изменяющегося по гармоническому закону в полосе частот 0–1000 Гц, приложенное в боковом направлении (вдоль оси X – на основе экспертных данных по отработке предшествующих проектов подобного технического уровня) [3]. Шаг дискретизации по частоте 0,1 Гц. Выходные данные – коэффициенты передачи в контроль-

ных узлах. Для оценки полученных результатов и исходя из требований по работе аппаратуры максимальные перемещения не должны превышать 6 микрон. Входная функция нагружения представлена на рис. 4.

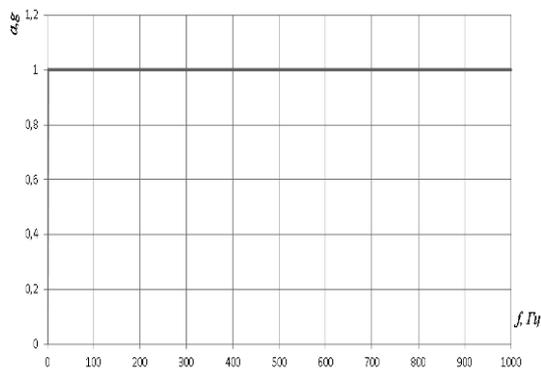


Рис. 4. Входная функция нагружения

Результаты расчета влияния микровибраций представлены на рис. 5 и 6.

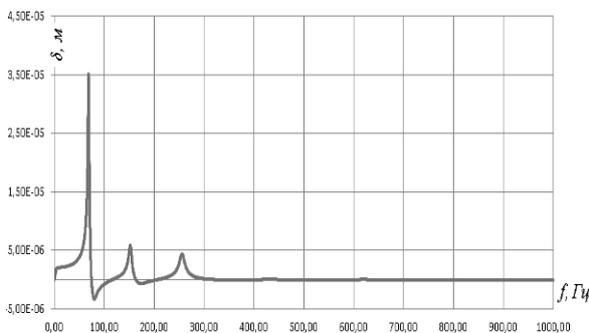


Рис. 5. Перемещение в контрольном узле

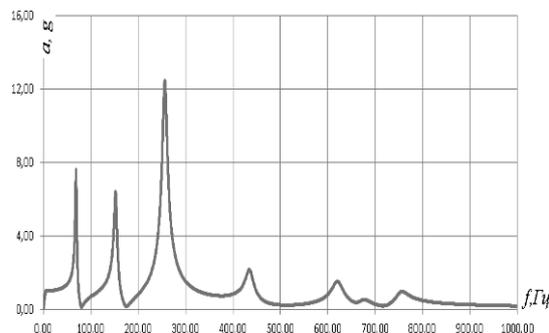


Рис. 6. Ускорение в контрольном узле

Коэффициент передачи для перемещений составляет $35 \cdot 10^{-6}$. Реальный уровень микровибрационного воздействия УДМ составляет порядка 0,054g. Расчетная величина перемещений составляет $1,89 \cdot 10^{-6}$ м, что удовлетворяет заданным требованиям по точности. Применение средств виброизоляции не требуется.

Полученные значения перемещений и ускорений на данном этапе являются предварительными, и в дальнейшем будут уточняться после выпуска конструкторской документации и проведения наземной экспериментальной отработки.

Библиографические ссылки

1. Шимкович Д. Г. FEMAP & NASTRAN. Инженерный анализ методом конечных элементов. М. : ДМК Пресс, 2008. 701 с.
2. Беляев Б. Б., Тарасенко Н. В., Тарасенко П. А. Способ прецизионного наведения космического ультрафиолетового телескопа // Измерительная техника. 2012. № 1. С. 30–33.
3. Соловьева Т. И., Шатров А. К. Комплексный подход к анализу динамического поведения спутников // Вестник СибГАУ. 2007. Вып. 2(15). С. 195–197.

© Баляков Д. Ф., Егоров Д. В., Мироненко Е. Д., Шатов А. В., 2015

УДК 539.3

ВЫВОД КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ ДЛЯ ИЗГИБАЕМОЙ ПЛАСТИНЫ НА КОНТУРЕ, СВОБОДНОМ ОТ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

М. А. Большаков, П. Е. Ерошенко
Научный руководитель – Р. А. Сабиров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: rashidsab@mail.ru

Составлены конечно-разностные аналоги дифференциального уравнения равновесия изгибаемой пластины для свободного от закрепления контура.

Ключевые слова: изгиб пластины, уравнения равновесия, метод сеток.

CONCLUSION OF THE FINAL AND DIFFERENTIAL EQUATIONS OF BALANCE FOR THE BENT PLATE ON A CONTOUR, FREE FROM FIXING

M. A. Bolshakov, P. E. Eroshenko
Scientific supervisor – R. A. Sabirov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: rashidsab@mail.ru

Final and differential analogs of the differential equation of balance of the bent plate for a contour, free from fixing, are made.

Keywords: bend of a plate, balance equation, method of grids.

В теории изгиба тонких пластин [1], изгибающие и крутящие моменты вычисляются в зависимости от функции прогиба $w = w(x, y)$:

$$M_x(x, y) = -D(\partial^2 w / \partial x^2 + \mu \partial^2 w / \partial y^2), \quad (1)$$

$$M_y(x, y) = -D(\partial^2 w / \partial y^2 + \mu \partial^2 w / \partial x^2), \quad (2)$$

$$H_{yx}(x, y) = H_{xy}(x, y) = -(1 - \mu)D\partial^2 w / \partial x \partial y. \quad (3)$$

Здесь $D = Eh^3 / [12(1 - \mu^2)]$ – цилиндрическая жесткость.

Поперечные силы

$$Q_x = \partial M_x / \partial x + \partial H_{yx} / \partial y, \quad Q_y = \partial M_y / \partial y + \partial H_{xy} / \partial x \quad (4)$$

зависят от третьих производных функции прогиба, соответственно:

$$Q_x = -D(\partial^3 w / \partial x^3 + \partial^3 w / \partial x \partial y^2), \quad Q_y = -D(\partial^3 w / \partial y^3 + \partial^3 w / \partial x^2 \partial y). \quad (5)$$

Дифференциальная формулировка задачи дает уравнение С. Жермен

$$\partial^4 w / \partial x^4 + 2\partial^4 w / \partial x^2 \partial y^2 + \partial^4 w / \partial y^4 = q / D, \quad (6)$$

1) которое подчинено граничным условиям, зависящим от способа закрепления краев. Нас интересует контур свободный от закреплений;

2) известно, что в свое время Пуассон ошибся, формулируя граничные условия для свободного края, обращая в нуль порознь изгибающие моменты, поперечные силы и крутящие моменты, то есть:

3) $M_x = 0$, $Q_x = 0$, $H_{xy} = 0$, – на краю $x = \text{const}$;

4) Кирхгоф доказал [2], что следует записывать два граничных условия на свободном краю. Для края $x = \text{const}$,

$$5) M_x = 0, \quad (7)$$

$$6) R_x = Q_x + \partial H_{xy} / \partial y. \quad (8)$$

7) соответственно, на смежном контуре ($y = \text{const}$): $M_y = 0$, $R_y = Q_y + \partial H_{xy} / \partial x$.

Рассмотрим аппроксимацию задачи методом сеток. Конечно-разностный аналог уравнения (6) для равномерной квадратной сетки с шагом λ , имеет вид

$$20w_{i,j} - 8(w_{i+1,j} + w_{i-1,j} + w_{i,j+1} + w_{i,j-1}) + 2(w_{i+1,j+1} + w_{i+1,j-1} + w_{i-1,j-1} + w_{i-1,j+1}) + w_{i+2,j} + w_{i-2,j} + w_{i,j+2} + w_{i,j-2} = q_{i,j}\lambda^4 / D. \quad (9)$$

Запишем уравнение (9) в узле i, j контура $x = \text{const}$. Естественно возникает два ряда законтурных узлов. Для исключения прогибов в узлах первого ряда $i+1, j$ добавляем граничные условия (7), которое дает возможность исключать прогибы

$$w_{i+1,j} = 2(1 + \mu)w_{i,j} - w_{i-1,j} - \mu w_{i,j+1} - \mu w_{i,j-1} + (M_x)_{i,j} \lambda^2 / D. \quad (10)$$

Для исключения прогибов $w_{i+2,j}$ второго ряда законтурных узлов $i+2, j$ используем уравнение (8), из которого получаем

$$w_{i+2,j} = (6 - 2\mu)w_{i+1,j} - (6 - 2\mu)w_{i-1,j} + w_{i-2,j} - \quad (11)$$

$$-(2 - \mu)(w_{i+1,j+1} + w_{i+1,j-1} - w_{i-1,j+1} - w_{i-1,j-1}) - (R_x)_{i,j} 2\lambda^3 / D. \quad (12)$$

К (11) присоединяем (10) и следующие неизвестные прогибы законтурного ряда:

$$w_{i+1,j+1} = 2(1 + \mu)w_{i,j+1} - w_{i-1,j+1} - \mu w_{i,j+2} - \mu w_{i,j} - (M_x)_{i,j+1} \lambda^2 / D, \quad (13)$$

$$w_{i+1,j-1} = 2(1 + \mu)w_{i,j-1} - w_{i-1,j-1} - \mu w_{i,j} - \mu w_{i,j-2} - (M_x)_{i,j-1} \lambda^2 / D, \quad (14)$$

Теперь (11) становится равным

$$w_{i+2,j} = (12 + 12\mu - 6\mu^2)w_{i,j} + w_{i-2,j} + (4\mu - 12)w_{i-1,j} + (4\mu^2 - 8\mu - 4)w_{i,j+1} + (4\mu^2 - 8\mu - 4)w_{i,j-1} + (4 - 2\mu)w_{i-1,j+1} + (4 - 2\mu)w_{i-1,j-1} + (2\mu - \mu^2)w_{i,j+2} + (2\mu - \mu^2)w_{i,j-2} + \left[-(6 - 2\mu)(M_x)_{i,j} \lambda^2 + (2 - \mu)(M_x)_{i,j+1} \lambda^2 + (2 - \mu)(M_x)_{i,j-1} \lambda^2 - (R_x)_{i,j} 2\lambda^3 + \right] / D. \quad (15)$$

Подставляя (12)–(14) и (15) в (9), получаем уравнение равновесия контурных узлов

$$(16 - 8\mu - 6\mu^2)w_{i,j} + (4\mu^2 + 4\mu - 8)w_{i,j+1} + (4\mu^2 + 4\mu - 8)w_{i,j-1} + (4\mu - 12)w_{i-1,j} + (4 - 2\mu)w_{i-1,j+1} + (4 - 2\mu)w_{i-1,j-1} + (1 - \mu^2)w_{i,j+2} + (1 - \mu^2)w_{i,j-2} + 2w_{i-2,j} = \left[q_{i,j}\lambda^4 + (R_x)_{i,j} 2\lambda^3 - 2(1 + \mu)(M_x)_{i,j} \lambda^2 + \mu(M_x)_{i,j+1} \lambda^2 + \mu(M_x)_{i,j-1} \lambda^2 \right] / D. \quad (16)$$

Это уравнение равновесия для узлов контура с заданными обобщенной реакцией R_x , моментами M_x и нагрузкой q , можно трансформировать, соответственно, на смежные контуры. Однако оно не может быть записано для угловых точек свободного от закрепления контура – для них составляются особые уравнения.

Библиографические ссылки

1. Лейбензон Л. С. Курс теории упругости. М. ; Л. : ОГИЗ, 1947. 465 с.
2. Пановко Я. Г. Механика деформируемого твердого тела: Современные концепции, ошибки и парадоксы. М. : Наука, 1985. 288 с.

УДК 621.01

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ КОЛЬЦЕВОГО ТОКОСЪЕМНОГО УСТРОЙСТВА

А. А. Гришин

АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева»
Российская Федерация, 662972, г. Железногорск, ул. Ленина, 52
E-mail: grishin_aa@list.ru

Рассмотрена роль кольцевого токосъемного устройства в системе электропитания космического корабля, описаны его основные конструктивные элементы, кратко изложены принципы функционирования. Представлен анализ деформированного состояния контактного кольца в слое токосъемных колец. Описаны причины нестабильности электрического контакта между кольцами кольцевого токосъемного устройства.

Ключевые слова: кольцевое токосъемное устройство, контактное кольцо, электрический контакт.

THE LOAD DISTRIBUTION BETWEEN ROLLING ELEMENTS OF THE CURRENT COLLECTION DEVICE

A. A. Grishin

The Joint-stock Company Academician M. F. Reshetnev «Information Satellite Systems»
52, Lenin str., Zheleznogorsk, 662972, Russian Federation
E-mail: grishin_aa@list.ru

The article discusses the role of the current collection device in a spaceship power supply system is considered; the basic constructive elements of the device are described; the principles of functioning of the device are stated. Presents an analysis of the strain state of the contact ring in the layer of slip rings. The causes of instability of the electrical contact between the annular rings of current collection device.

Keywords: the current collection device, slip ring, electrical contact.

Система электропитания космического аппарата предназначена для обеспечения бесперебойного автономного электроснабжения на всех этапах его существования [1]. Центральное место в системе занимают токосъемные устройства. Являясь составной частью устройства поворота солнечной батареи, они обеспечивают транзит электрической энергии, телеметрической информации от вращающихся солнечных батарей к внутренним системам космического аппарата.

В результате нестабильной работы токосъемных устройств в течение срока активного существования космического аппарата, возможно увеличение падения напряжения и рассеиваемой тепловой мощности на устройстве. Колебания этих параметров кольцевого токосъемного устройства (КТУ) зависит от стабильности электрического контакта между токосъемными кольцами (ТК) кинематической контактной пары.

Электрический контакт в КТУ может рассматриваться как подвижная система, работоспособность которой, в основном, обусловлена параметрами трения. Характерной особенностью катящихся электрических контактов является их изнашивание в процессе работы, как и в обычных парах трения, с той особенностью, что рабочие нагрузки контактов не велики. Взаимосвязь между фрикционными и электрическими процессами является важной чертой подвижных контактов, так как пятна, через которые передается ток, полностью или частично совпадают с пятнами, воспринимающими механическую нагрузку [2]. Модель слоя токосъемных колец КТУ представлена на рис. 1.

В процессе вращения солнечной батареи и внутреннего ТК на неограниченный угол передача электроэнергии от внутренних ТК к наружным осуществляется через упругие, катающиеся подобно шарикоподшипникам гибкие контактные кольца. Все контактные кольца разделены диэлектрическими изоляторами.

Распределение нагрузки между контактными кольцами в слое ТК в значительной степени зависит от величины зазора между внутренним и наружным ТК [3]. Экспериментально установлено, что в процессе функционирования кольцевого токосъемного устройства происходит периодическое смещение наружного ТК относительно внутреннего. Минимальная величина зазора между ТК ограничена изоляторами контактных колец. При установке контактных колец в зазор между внутренним и наружным ТК происходит плоская их деформация, в результате чего они приобретают форму эллипса. Расстояние между малыми полуосями эллипса зависит от фактического зазора между внутренним и наружным ТК и является непостоянным.

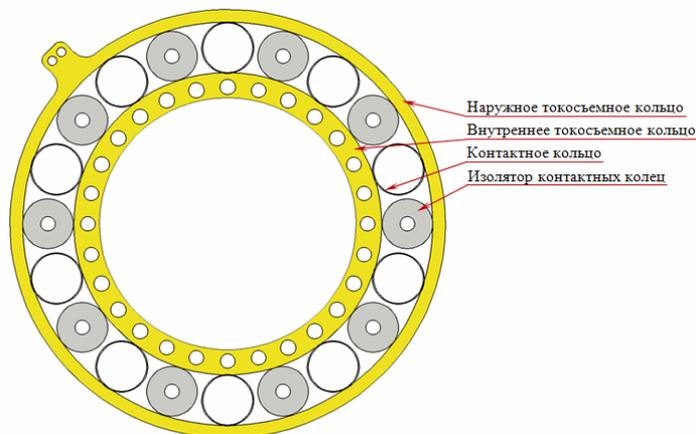


Рис. 1. Модель слоя токосъемных колец

В деформированном после установки контактном кольце формируется сила упругости, разжимающая кольцо. Величина силы зависит от степени сжатия контактного кольца и действует в радиальном направлении, смещая наружное ТК относительно внутреннего.

Рассчитаем усилие деформации контактного кольца при соосном расположении внутреннего и наружного ТК. Контактное кольцо, установленное между внутренним и наружным ТК, можно представить как кольцо, нагруженное двумя сосредоточенными силами, направленными навстречу друг другу.

Сосредоточенная сила при плоской деформации кольца определяется из формулы [4]:

$$\omega = \frac{PR^3}{EJ} \cdot \frac{1}{2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \left(\frac{\alpha}{4} + \frac{1}{4}\sin(\alpha) - \frac{2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\alpha} \right) + \frac{PR}{EF} \cdot \frac{1}{2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \cdot \left(\frac{\alpha}{4} + \frac{\sin(\alpha)}{4} \right),$$

где P – сила деформации контактного кольца, Н; E – модуль упругости; F – площадь сечения; α – угол, определяющий положение действующей нагрузки; J – момент инерции сечения; R – наружный радиус контактного кольца; ω – перемещение точки приложения силы относительно центра контактного кольца.

При установке контактного кольца в зазор между соосно расположенными внутренним и наружным ТК, перемещение точки приложения силы относительно центра контактного кольца вычисляется по формуле

$$\omega = \frac{d_{\text{нар}} - \frac{(D_{\text{вн}} - D_{\text{нар}})}{2}}{2} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

где $D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр наружного ТК (80 мм); $D_{\text{нар}}$ – наружный диаметр внутреннего ТК (60 мм); $d_{\text{нар}}$ – наружный диаметр контактного кольца (10,4 мм).

Момент инерции прямоугольного сечения кольца:

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{1,45 \cdot 10^{-3} \cdot (0,25 \cdot 10^{-3})^3}{12} = 1,9 \cdot 10^{-15} \text{ м}^4,$$

где b – длина сечения (1,47 мм); h – ширина сечения (0,25 мм).

Площадь поперечного сечения кольца:

$$F = bh = 3,63 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2.$$

Угол приложения нагрузки:

$$\alpha = \frac{2\pi}{n} = \pi,$$

где n – число сосредоточенных сил.

Модуль упругости ленты ДПРПМ 1 НД БрБ2 ГОСТ 1789-70 равен $1,23 \cdot 10^{11}$ Н/м².

Выразим силу деформации контактного кольца из первой формулы:

$$P = \frac{2EJF\omega \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{FR^3 \left(\frac{\alpha}{4} + \frac{1}{4} \sin(\alpha) - \frac{2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\alpha} \right) + JR \left(\frac{\alpha}{4} + \frac{\sin(\alpha)}{4} \right)} = 4,46 \text{ Н}.$$

При симметричном расположении контактных колец по окружности внутреннего ТК и одинаковой геометрии каждого из контактных колец слоя, действие сил упругого разжатия контактных колец на наружное ТК компенсируется. При этом сохраняется соосное расположение наружного ТК относительно внутреннего. В процессе функционирования КТУ, по причине постоянного перераспределения контактных колец происходит циклическое смещение наружного ТК, изменение зазора между ТК и величины эллипсности контактных колец. Сила деформации контактных колец, в зависимости от направления смещения наружного ТК, может изменяться в пределах от 3,8 до 5,1 Н. Периодические колебания эллипсности контактных колец приводят к колебаниям фактической площади контакта между кольцами кинематической контактной пары в частности и к нарушению стабильности электрического контакта в КТУ в целом. В дальнейшем для лучшего понимания влияния радиального смещения ТК на величину падения напряжения на КТУ, необходимо определить оптимальную геометрию ТК, количество контактных колец в слое ТК для передачи электрической энергии с минимальными потерями.

Библиографические ссылки

1. Чеботарев В. Е., Косенко В. Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения : учеб. пособие / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 488 с.
2. Мышкин Н. К., Концин В. В., Браунович М. Электрические контакты. Долгопродный : Интеллект, 2008. 560 с.
3. Иванов М. Н. Детали машин : учебник для вузов. М. : Высш. школа, 2000. 383 с.
4. Биргер И. А., Шорр Б. Ф., Иосилевич Г. Б. Расчет на прочность деталей машин : справочник. М. : Машиностроение, 1993. 640 с.

© Гришин А. А., 2015

УДК 621.624.62-4

КАСАТЕЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ВЕРХНЕЙ ТОЧКЕ СТЕНКИ ИЗГИБАЕМОГО ДВУТАВРА

Е. С. Дорофеева, Д. С. Литвиненко
Научный руководитель – Б. М. Краснопеев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: k.e.s.1990@inbox.ru

В основной учебной литературе по сопротивлению материалов для студентов вузов при вычислении касательных напряжений верхняя точка стенки изгибаемого двутавра принимается на высоте, на которой стенки уже нет. Поэтому касательные напряжения вычисляются неверно. Но уже давно существует методика более точного вычисления искомой величины. Рассмотрение данной методики является актуальным вопросом современного сопротивления материалов.

Ключевые слова: касательные напряжения, стенка двутавра.

TANGENTIAL STRESS THE HIGHEST POINT OF BORDER DOUBLE-T IRON DEFLECT

E. S. Dorofeeva, D. S. Litvinenko
Scientific supervisor – B. M. Krasnopeev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: k.e.s.1990@inbox.ru

In fundamental texts about structural resistance for university students in computing tangential stress the highest point of border double-T iron deflect is accepting at the high, where's no border. So structural resistance are computing not in the right way. But correct way of computing the unknown quantity is exist for a long time. Examining of this method is very actual issue in modern structural resistance.

Keywords: tangential stress, border double-T iron deflect.

В рекомендуемой основной учебной литературе для вычисления касательных напряжений, в верхней точке стенки изгибаемого двутавра статический момент полки вычисляют для усредненной толщины полки t (пунктир на рис. 1). Ширина стенки на этом уровне принимается равной s . Но это совершенно не соответствует реальным двутаврам, что хорошо видно на рис. 1.

В 1986 году в [1] было предложено статический момент полки определять как разность между статическим моментом полки из таблиц ГОСТа и моментом половины высоты стенки. Нами это было проанализировано и установлено, что даже при максимальном наклоне нижней грани полки, высоту половины стенки можно вычислять как

$$h_{ст} = 0,5h - t - R.$$

При этом действительное утолщение верха стенки пренебрежимо мало.

Проблему эту не следует рассматривать как второстепенную, потому что в сечениях балок, где внутренние усилия $M_{из}$ и Q одновременно достаточно велики, эквивалентное напряжение может оказаться решающим, а в рекомендуемой учебной литературе оно вычисляется принципиально не верно.

Пример расчета:

Согласно ГОСТ 8239–89 для двутавра № 22а $h = 220$ мм, $b = 120$ мм, $s = 5,4$ мм, $t = 8,9$ мм, $R = 10$ мм, $r = 4$ мм.

В рекомендуемой основной учебной литературе, например [2], авторы рекомендуют рассчитывать касательные напряжения, в верхней точке стенки изгибаемого двутавра по формуле

$$h_{ct} = 0,5h - t = 0,5 \cdot 220 - 8,9 = 101,1 \text{ мм.}$$

Если же считать по формуле, предложенной Б. В. Заславским, $h_{ct} = 0,5h - t - R = 0,5 \cdot 220 - 8,9 - 10 = 91,1 \text{ мм}$ (рис. 1).

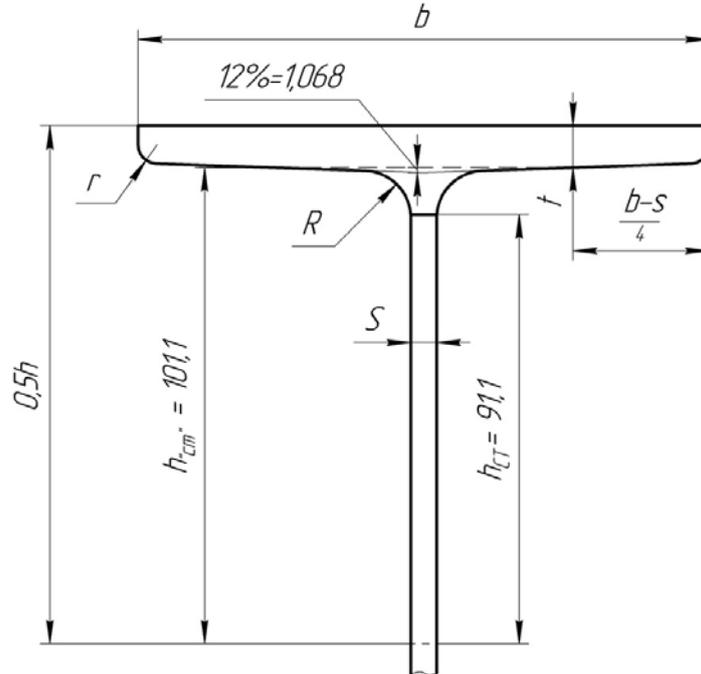


Рис. 1. Двутавр горячекатаный № 22а, ГОСТ 8239-89:
 h – высота двутавра; b – ширина полки; s – толщина стенки;
 t – средняя толщина полки; R – радиус внутреннего закругления;
 r – радиус закругления полки

Отсюда получаем относительную погрешность вычисления: $\delta = 101,1 - 91,1 / 101,1 = 0,0989$.

В процентах: $0,0989 \cdot 100\% = 9,98\%$, что является больше допустимой нормы в 5%.

Таким образом, на рис. 2 показано как будут отличаться эпюры касательных напряжений, а также само значение касательного напряжения в верхней точке стенки изгибаемого двутавра. Пример взят из учебника [2].

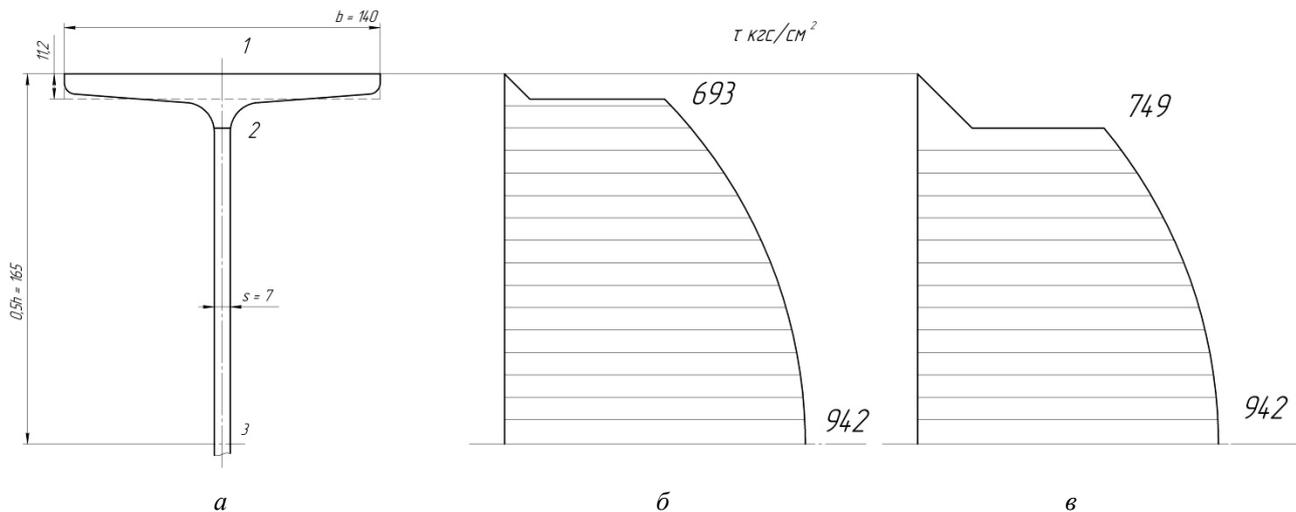


Рис. 2. а – двутавр горячекатаный № 33, ГОСТ 8239–89; б – эпюра касательных напряжений по учебнику Писаренко; в – эпюра касательных напряжений по формуле Заславского

Библиографические ссылки

1. Заславский Б. В. Краткий курс сопротивления материалов : учебник для авиационных специальностей вузов. М. : Машиностроение, 1986. 328 с.: ил.
2. Сопротивление материалов : учебник для вузов / под общей редакцией академика АН УССР Г. С. Писаренко. 4-е изд., перераб. доп. Киев : Высш. шк., 1979. 696 с.

© Дорофеева Е. С., Литвиненко Д. С., 2015

УДК 623.4.027

ВЫБОР ПРОГРАММЫ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА ТАНГАЖА РАКЕТЫ НОСИТЕЛЯ С ВОЗДУШНЫМ СТАРТОМ

Д. А. Климовский
Научный руководитель – Н. А. Смирнов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: smirnov@sibsau.ru

Определяется функция изменения угла тангажа первой ступени ракеты носителя с воздушным стартом.

Ключевые слова: воздушный старт, угол тангажа.

SELECTION PROGRAMME PITCH ANGLE ROCKET WITH AIR LAUNCH

D. A. Klimovskiy
Scientific supervisor – N. A. Smirnov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: smirnov@sibsau.ru

In paper defined a function changes the pitch angle of the first stage rocket with air launch.

Keywords: air launch, pitch angle.

В процессе проектирования РН необходимость проведения траекторных расчетов возникает в следующих основных случаях:

1. На этапе выбора основных проектных параметров РН (количество ступеней, выбор компонентов топлива, массы заправляемого в ускорители топлива, начальной тяговооруженности и т. д.);
2. При формировании исходных данных для расчетов на прочность, тепловых, расчетов динамики движения РН, включая динамику старта и динамику разделения ступеней и т. д.
3. При формировании технических требований к отдельным системам РН, таким как система управления, двигательная установка, пневмогидравлическая система, телеметрическая система и т. д.
4. Для проведения поверочных расчетов с уточненными в процессе проектирования параметрами отдельных элементов РН.

Основная проблема заключается в том, что все классические методики расчета РН основываются на программе выведения с вертикальным стартом, что делает не возможным их применение при расчете прямого старта ракеты с самолета-носителя, где начальные углы старта начинаются с 0° . Верхний предел ограничивается возможностями самолета.

Обычно к реальным программам движения ракет носителей предъявляют следующие требования:

- 1) обеспечение конечной скорости и высоты;
- 2) возможность осуществления вертикального старта;
- 3) ограничение перегрузок;
- 4) плавное изменение параметров;
- 5) отсутствие углов атаки при околозвуковых скоростях полета;

Попробуем определить, как должна выглядеть траектория РН с воздушным стартом. Первые мгновения ракета движется с начальным углом тангажа. Затем должен происходить разворот в сторону увеличения угла тангажа с целью более быстрого прохождения плотных слоев атмосферы. Далее необходимо начинать уменьшение угла тангажа, чтобы в момент выключения двигателя последней ступени скорость имела требуемый угол наклона к местному горизонту. Под эти условия хорошо

подходит тригонометрические функции «косинус» или «синус». Так, уравнение для функции косинуса примет следующий вид:

$$\theta(\mu_T) = A \cos(\omega\mu_T + \varphi) + K$$

где θ – текущий угол тангажа; A , K , ω , φ – параметры для определения, μ_T – текущая относительная масса израсходованного топлива. Пример необходимой функции приведен на рис. 1.

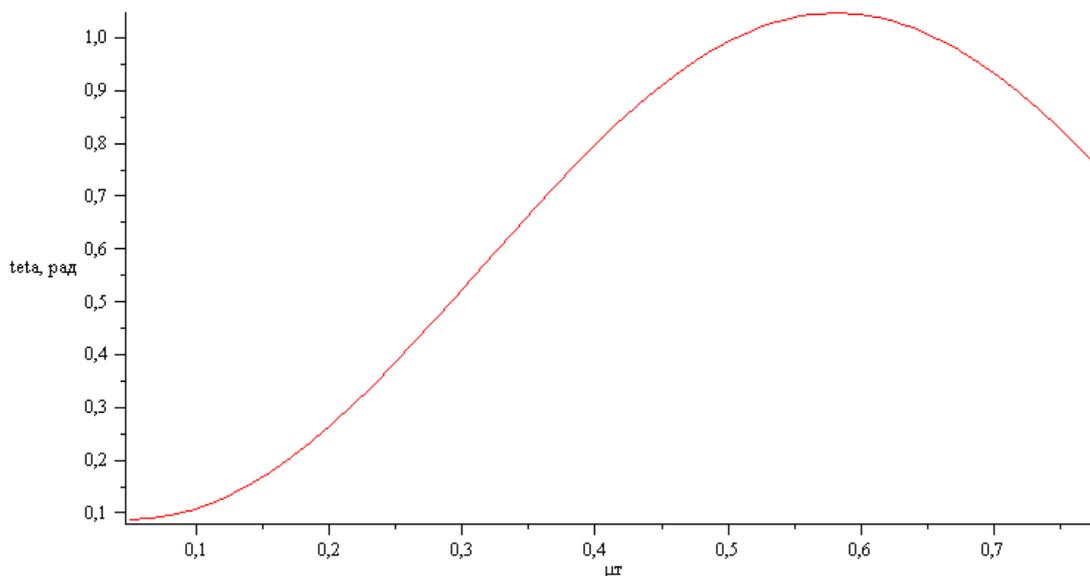


Рис. 1. Функция изменения угла тангажа

Для определения четырех неизвестных параметров необходимо знать четыре начальных условия:

- 1) $\theta(\mu_{T0}) = \theta_0 = \theta_{\min}$ при $\omega\mu_{T0} + \varphi = \pi$; μ_{T0} – относительная масса израсходованного топлива начала разворота, θ_0 – начальный угол тангажа;
- 2) $\theta(\mu_{Tk1}) = \theta_{k1}$; μ_{Tk1} – относительная масса израсходованного топлива первой ступени, θ_k – конечный угол тангажа первой ступени;
- 3) $\theta = \theta_{\max}$, при $\omega\mu_T + \varphi = 0$; θ_{\max} – максимальный угол тангажа;
- 4) Так как функция косинус периодическая, то необходимо, чтобы решение укладывалось в один период, за что отвечает параметр ω ;

Учитывая эти условия, получаем следующие значения неизвестных параметров:

$$A = \frac{\theta_{\max} - \theta_{\min}}{2}; \quad K = \frac{\theta_{\max} + \theta_{\min}}{2};$$

$$\omega = \frac{\arccos\left(\frac{\theta_k - K}{A}\right) + \pi}{(\mu_{T2} - \mu_{T1})};$$

Итоговое уравнение примет вид:

$$\theta(\mu_T) = A \cos(\omega\mu_T - \omega\mu_{T2} + \pi) + K;$$

Для двухступенчатой РН программа угла тангажа при $\theta_0 = 5^\circ$, $\mu_{T0} = 0,05$, $\theta_{k1} = 30$, $\mu_{Tk1} = 0,733$ 1, $\theta_{k2} = 0$, $\mu_{Tk2} = 0,925$ 1 примет вид (рис. 2).

Также данное уравнение может быть использовано и для расчета РН с вертикальным стартом. На рис. 3 пунктиром приведена классическая программа выведения, сплошной линией – по полученному выражению.

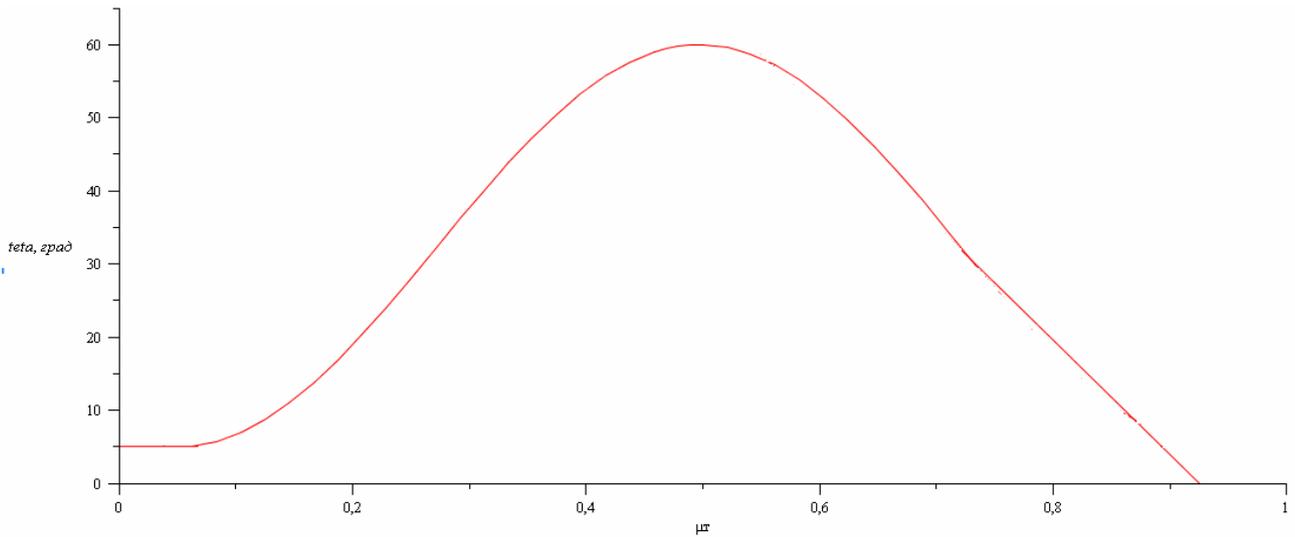


Рис. 2. Программа угла тангажа двухступенчатой РН с воздушным стартом

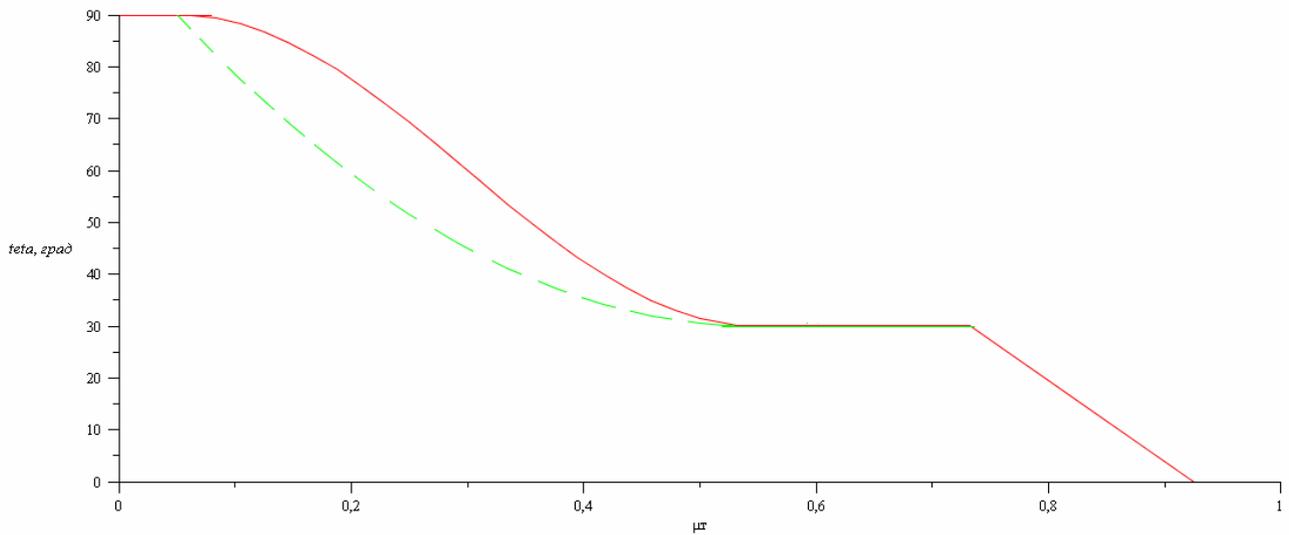


Рис. 3. Программы выведения: классическая и по полученному уравнению

Библиографические ссылки

1. Апазов Р. Ф., Сытин О. Г. Методы проектирования траекторий носителей и спутников Земли. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1987. 440 с.
2. Варфоломеева В. И., Копытова М. И. Проектирование и испытания баллистических ракет. М. : Воениздат, 1970. 392 с.

© Климовский Д. А., 2015

УДК 338.246

МЕХАНИЗМ КАЧАНИЯ КОНТРЕФЛЕКТОРА ДЛЯ КОНИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ

Р. А. Мирзаев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ramirzaev@mail.ru

При переходе на миллиметровый диапазон длин волн в космической связи возникает сложная задача повышения точности ориентации антенны. Проведена оценка требуемой точности наведения антенны на космический аппарат. Описаны механизмы, позволяющие повысить точность направленности луча наземной антенны на спутник.

Ключевые слова: антенна миллиметрового диапазона, опорно-поворотное устройство, механизм параллельной структуры, механизм качания контррефлектора.

SIMULATION OF CURRENT PROPERTY VALUE IN KRASNOYARSK

R. A. Mirzaev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ramirzaev@mail.ru

The difficult task of improving the accuracy of antenna orientation occurs when switching to millimeter waves in space communications. The required antenna pointing accuracy of the spacecraft is determined. Mechanisms to improve the accuracy of the direction the ray from the antenna to the satellite are described.

Keywords: millimeter-wave antenna, supporting and turning arrangement, mechanism of parallel structure, mechanism swing convergent mirror.

Актуально проблемой в радиосвязи на сегодняшний день является переход на миллиметровый диапазон длин волн. Достоинствами систем связи миллиметрового диапазона являются большие скорости передачи данных, компактные размеры антенн, низкое энергопотребление, высокая электромагнитная совместимость [1].

Однако разработка антенных модулей миллиметрового диапазона осложнена необходимостью точного наведения на космический аппарат, возникающей по причине узкой диаграммы направленности (ДН) антенны [2]. При переходе, например, из диапазона 4 ГГц в диапазон 30 ГГц ширина диаграммы направленности снижается в 7,5 раз. Если учесть, что точность наведения луча должна составлять примерно 0,1 ширины ДН, то для 30 ГГц необходимо обеспечить точность наведения $\pm 0,1$ угл. мин, что является сложной технической проблемой [1].

Допустимый уровень потерь принимаемого и передаваемого сигналов от неточности наведения принят равным 0,4 дБ. Для того чтобы перейти от потерь в дБ к угловой мере $\Delta\theta_{\text{нав}}$ расхождения направления главного излучения (приема) антенной системы и направления на ретранслятор в градусах, воспользуемся формулой [1]:

$$\Delta\theta_{\text{нав}} = 13,7 \frac{\lambda}{D}, \quad (1)$$

где $\Delta\theta_{\text{нав}}$ – допустимая погрешность наведения луча на ИСЗ, град; λ – длина волны, мм; D – диаметр рефлектора антенны, мм.

Для антенны $\varnothing 1,2$ м работающей на частоте 40 ГГц ($\lambda = 7,5$ мм) допустимая угловая погрешность наведения составляет 5 угловых минут. Для сравнения для С-диапазона – 30–50 угловых минут. Весьма узкие диаграммы направленности антенн предъявляют повышенные требования, как к точно-

сти наведения антенн, так и к жесткости конструкции, на которой монтируется облучающая система [3]. Недопустимы значительные отклонения при ветровой нагрузке, а также вследствие температурного расширения.

Обозначенную проблему возможно решить, используя опорно-поворотные устройства, реализованные на основе механизмов параллельной структуры (МПС). Достоинствами многоприводных систем с замкнутой структурой являются: большая точность и жесткость, высокие рабочие нагрузки и другие [4, 5]. Имеется опыт применения данных механизмов для ориентации рефлекторов и контррефлекторов антенных систем как в России [3], так и зарубежом [6].

Для антенных систем с большим диаметром рефлектора рационально осуществлять отклонение луча с помощью наклона контррефлектора. На этом принципе была построена и исследована оригинальная схема конического сканирования антенны и гиперболоидного контррефлектора [3]. В этой системе сканирование обеспечивается с помощью механизма с тремя сервоуправляемыми толкателями (рис. 1).

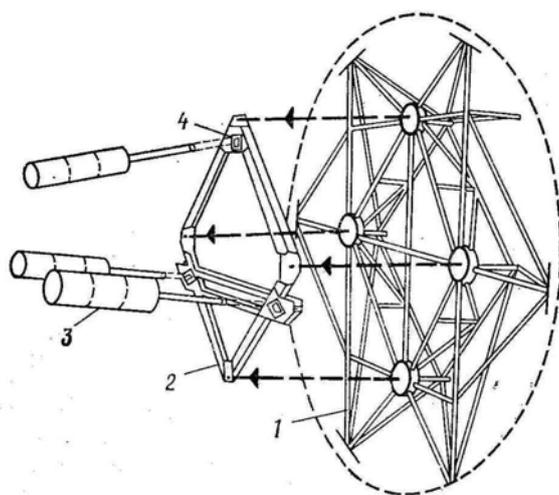


Рис. 1. Схема устройства качания контррефлектора:
1 – контррефлектор; 2 – рама; 3 – толкатель; 4 – шаровой шарнир

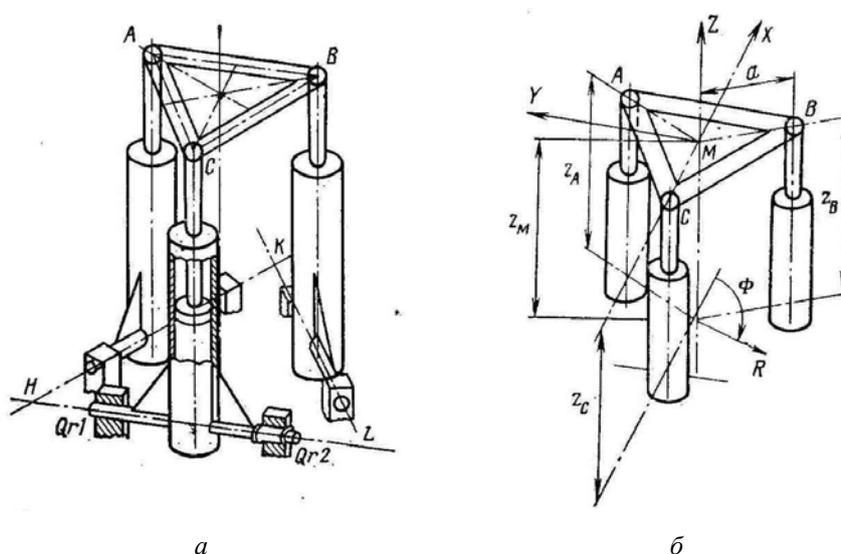


Рис. 2. Схема (а) и геометрия (б) системы конического сканирования с тремя толкателями

Такое конструктивное решение оказалось предпочтительным, поскольку при вращении большого трехметрового контррефлектора массой 120 кг появляются трудно компенсируемые гироскопические силы, которые приводят к возникновению концентрации напряжений в некоторых элементах

центральной части зеркала, что создает опасность их разрушения. Кроме того, в варианте с вращением контррефлектора усложняется механизм осевого вращения, используемый при фокусировки антенны.

Для малых значений изменений углов места и азимута коническое сканирование может быть обеспечено с помощью трехфазной системы, создающей качающие движения платформы, подвешенной в трех точках. Такая подвеска обладает существенным преимуществом: контррефлектор оказывается жестко закреплен, и в то же время в конструкции не создаются перенапряжения. Толкатели, управляющие движением, не должны быть сдвинуты в каком-либо определенном направлении, чтобы предотвратить появление внутренних напряжений в конструкции контррефлектора. Схема с тремя шарнирно закрепленными толкателями представлена выше (см. рис. 2, а).

Контррефлектор закрепляется на раме ABC , приводимой в движение через шаровые шарниры от поршней трех идентичных гидравлических цилиндров. Поршень и его шток ограничивают поперечные движения рамы относительно цилиндра. Цилиндр подвешен на двух шарнирах Q_{r1} и Q_{r2} . Эти шарниры создают возможность свободных поворотов цилиндра относительно оси HL , и в тоже время движение в направлении этой оси ограничено с помощью опорных колец, одно из которых показано на шарнире Q_{r2} . Описанная система подвески является кинематической схемой, не создающей напряжений в раме ABC . На рис. 2, б. рассматриваемый механизм представлен схематически [3].

Обозначенную проблему повышения точности направленности луча наземной антенны на космический аппарат можно решить, применив опорно-поворотные устройства с нетрадиционной замкнутой структурой. За рубежом имеется опыт применения МПС для ориентации антенн и телескопов.

Библиографические ссылки

1. Фролов О. П. Антенные системы земных станций спутниковой связи. М. : Радио и связь. 2000. 320 с.
2. Мирзаев Р. А. О применении гексаподов в качестве опорно-поворотных устройств антенн миллиметрового диапазона // Системы связи и радионавигации : сб. тезисов. Красноярск : ОАО «НПП «Радиосвязь», 2014. С. 41–43.
3. Покрас А. М., Цирлин В. М., Кудяров Г. Н. Системы наведения антенн земных станций спутниковой связи. М. : Связь 1978. 152 с.
4. Mirzaev R. A. About application hexapods in systems of orientation of space antennas // European Science and technology: materials of the IX international research and practice conference. Vol. II Munich, Germany, 2014. P. 394–398.
5. Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А. Алгоритмическое обеспечение АСУ механизмом ориентации наземной антенны космической связи // Теоретические и практические аспекты развития современной науки: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. М. : Институт стратегических исследований, 2014. С. 27–32.
6. Liu X-J., Wang J. Some new parallel mechanisms containing the planar four-bar parallelogram. // Int. J. of Robotics Research. 2003. № 22(9). P. 717–732.

© Мирзаев Р. А., 2015

УДК 621.598

РАБОТА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ И КАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ.

О. И. Рабецкая, А. Е. Митяев, А. А. Шаронов

Сибирский федеральный университет
Российская Федерация, 660074, Красноярск, ул. Киренского, 26
E-mail: olga_rabez@mail.ru

Отражены основные проблемы разрушения в подшипниках качения и скольжения. Проведена оценка влияния ультрадисперсных твердых добавок технической сажи на трибохарактеристики подшипников.

WORK PLAIN AND ROLLING BEARINGS WITH REGARD SOOT

O. I. Rabetskaya, A. E. Mityaev, A. A. Sharonov

Siberian Federal University
26, Kirensky str., Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation
E-mail: olga_rabez@mail.ru

The article describes the main problems in the destruction of rolling and sliding bearings. The influence of ultrafine solid additives technical soot on triboharakteristiki bearings.

При переменных нагрузках в подшипниках качения и скольжения возникают нарушения режима трения. Переход от жидкостного режима трения к смешанному и далее к граничному сопровождается разрывами смазочных пленок на выступах шероховатых поверхностей и схватыванием в парах трения. С целью снижения риска задира поверхностей трения используют ультрадисперсные порошки алмаза, графита и технической сажи.

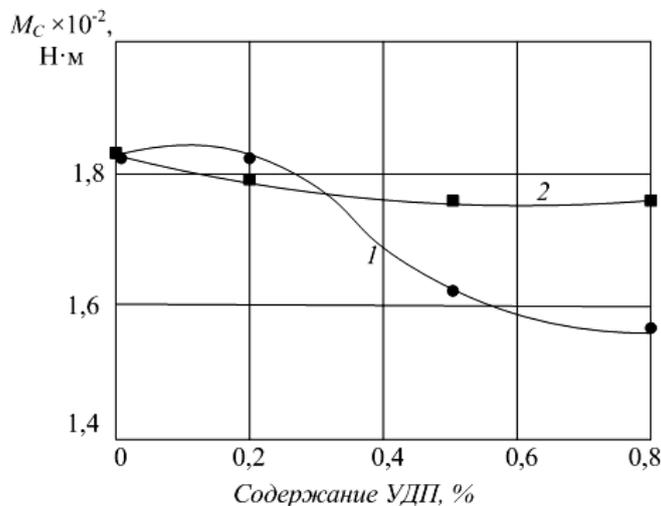
Целью исследований является оценка влияния ультрадисперсных твердых добавок технической сажи (ТС) после механохимической активации на трибохарактеристики подшипников качения 42207 при нагрузке 5×10^3 Н и скорости вращения $n = 600$ мин⁻¹ в течение 6 часов. Испытания проведены на смазочных композициях, содержащих твердые добавки ТС в пределах от 0 до 0,6 % по массе. Для сравнения испытаны смазочные композиции, содержащие УДП алмазографита (АГ) в том же диапазоне процентного содержания в масле.

На рис. 1 приведены средние значения момента трения по результатам шести испытаний на точку. Наибольшее изменение момента сопротивления качению (кривая 1) наблюдается у состава, содержащего в ТМ 5-18, кроме ТС, добавку MgCO₃ в количестве 0,3 по массе от массы ТС. Минимальное значение момента сопротивления наблюдается при твердых порошковых добавках в пределах от 0,5 до 0,8 %. Кривая 2 показывает изменение момента сопротивления на смазочных композициях ТМ 5-18 + АГ. Как следует из полученных данных, происходит снижение момента трения с ростом содержания твердой добавки АГ до 0,5 % АГ, а затем момент сопротивления возрастает. Уменьшение момента при 0,5 % содержания твердой добавки УДП-ТС + MgCO₃ по сравнению с добавкой УДП-АГ составило 75 %, а по сравнению с ТМ 5-18 – 86 %.

Таким образом, введение в масло ТМ 5-18 твердой добавки УДП-ТС + MgCO₃ положительно влияет на момент сопротивления в подшипнике 42207. Полученные закономерности могут быть использованы и для других типов подшипников качения.

Испытания радиального подшипника скольжения «сталь-бронза» диаметром 60 мм проведены на машине трения ДМ-29М при нагрузках до $5 \cdot 10^3$ Н при частоте вращения $n = 600$ мин⁻¹. Исследования проведены на тех же смазочных композициях, что и для подшипников качения. В таблице приведены результаты исследований подшипника скольжения «сталь-бронза» на смазочных композициях ТМ 5-18 + 0,5 АГ и ТМ 5-18 + 0,5 ТС. Полученные данные (таблица 1) показали, что добавки УДП-АГ и УДП-ТС уменьшают коэффициент трения по сравнению с ТМ 5-18. Следует также отметить, что коэффициент трения, полученный на смазочной композиции ТМ 5-18 + 0,5 ТС меньше на 20 %

по сравнению с коэффициентом трения смазочной композиции ТМ 5-18 + 0,5 АГ. В целом, по сравнению с ТМ 5-18 снижение трения составило 11 % для УДП-АГ и 28 % – УДП-ТС.



Влияние процентного содержания УДП-АГ (кривая 1) и УДП-ТС (кривая 2) на момент трения роликового подшипника качения

Результаты испытаний радиального подшипника скольжения «сталь–бронза»

Состав смазочной композиции	Коэффициент трения в конце испытания	Температура в конце испытания, °С	Относительное снижение трения, %
ТМ 5-18	0,11	72	0
ТМ 5-18 + 0,5 АГ	0,098	67	11
ТМ 5-18 + 0,5 ТС	0,08	65	28

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Введение в масло ТМ 5-18 от 0,5 до 0,7 % УДП-АГ и УДП-ТС снижает моменты и коэффициенты трения в подшипниках качения и скольжения.
2. Твердая добавка УДП-ТС + MgCO₃ в ТМ 5-18 улучшает триботехнические показатели по сравнению с добавкой УДП-АГ.

Библиографическая ссылка

1. Терентьев В. Ф., Редькин В. Е., Щелканов С. И. Смазка и смазочные композиции в трибосистемах : научное издание. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 187 с.

© Рабецкая О. И., Митяев А. Е., Шаронов А. А., 2015

УДК 539.3

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-ПРОЕКТИРОВОЧНОГО ЗАДАНИЯ ДЛЯ МАГИСТРАНТОВ
И СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
ПО ДИНАМИКЕ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ**

Р. А. Сабиров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: rashidsab@mail.ru

Разработано расчетно-графическое проектировочное учебное задание для изучения процесса свободных колебаний стержневых систем на действие начальных скоростей для магистров и специалистов аэрокосмических специальностей, изучающих сопротивление материалов и строительную механику.

Ключевые слова: уравнения движения, собственные колебания, обобщенные силы, обобщенные массы.

**DEVELOPMENT OF AN EDUCATIONAL AND DESIGN TASK FOR MASTERS
AND EXPERTS OF SPACE SPECIALTIES IN DYNAMICS OF ROD SYSTEMS**

R. A. Sabirov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: rashidsab@mail.ru

The settlement and graphic design educational task for studying of process of free fluctuations of rod systems for action initial speeds is developed for masters and experts of space specialties of the materials studying resistance and construction mechanics.

Keywords: the movement equations, own fluctuations, the generalized forces, the generalized masses.

Разработано расчетно-графическое задание по сопротивлению материалов и строительной механике. Для выполнения заданий составлено 36 вариантов расчетных схем статически определимых ферм. Количество сосредоточенных масс варьируется от 3 до 5-ти. Требуется вычислить частоты и формы собственных колебаний; определить закон движения и функции усилий в стержнях в зависимости от времени, если в начальный момент одному из грузов сообщается начальная скорость [1].

Движение всех масс m_i системы независимо от причин, его вызвавших описывают физическими координатами $x_i = x_i(t)$; здесь $i = 1, 2, \dots, n$ – число координат. Вводятся новые обобщенные координаты $q_i = q_i(t)$ так, чтобы $x_i = A_{ik}q_k(t)$, где A_{ik} – амплитуда перемещения x_i при k -й форме собственных колебаний. Для разложения движения по формам ее собственных колебаний, иными словами, для выражения обобщенных координат q_k через координаты физические x_i , используют условия ортогональности форм колебаний [2]. Тогда получаем $q_k = m_i A_{ik} x_i / M_k$, где обобщенная масса $M_k = m_i A_{ik}^2$. Уравнения движения в форме Лагранжа таково $\ddot{q}_k + p^2 q_k = Q_k / M_k$. Здесь Q_k обобщенные силы; p – собственные частоты. При свободных колебаниях решение отыскивают в виде $q_k = C_{1k} \cos p_k t + C_{2k} \sin p_k t$ [3, 4]. Постоянные интегрирования C_{1k} и C_{2k} подсчитываем по начальным условиям задачи для заданных смещений и скоростей масс. Силы инерции вычисляются по известным формулам $F_{ik} = p_k^2 m_i A_{ik}$. Усилия $N_i = N_i(t)$ в стержнях зависят от полученных перемещений x_i и от относительной жесткости стержня ES_i / l_i (E – модуль Юнга; S_i – площадь поперечного сечения i -го стержня; l_i – длина i -го стержня).

В качестве примера приведем некоторые результаты расчета фермы (рис. 1). Массы приложены в узлах A и B (рис. 1, a). В узле A $m=50$ кг; в узле B $m=100$ кг; $E=2 \cdot 10^{11}$ Па; $S_1 = S_2 = S_3 = S = 1 \cdot 10^{-4}$ м²; $\alpha = \pi / 6$; $l_3 = 1$ м.

Собственные числа равны: $p_1 = 967,6$ рад/с; $p_2 = 606,5$ рад/с; $p_3 = 163,8$ рад/с. На рис. 1, b изображим форму колебаний фермы, соответствующую нижней собственной частоте.

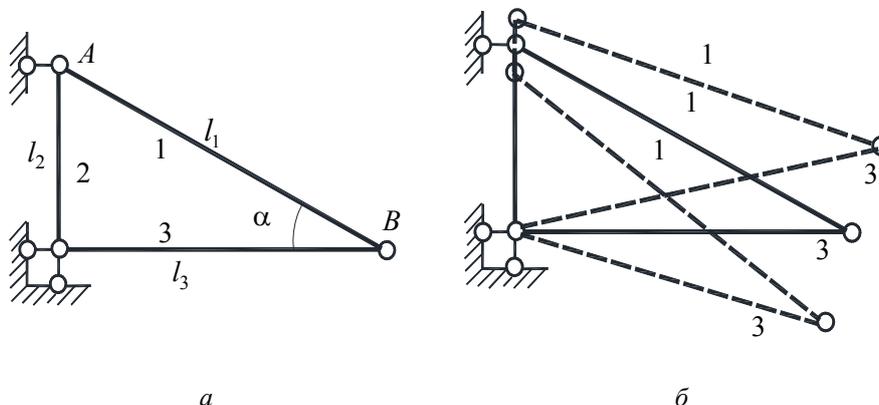


Рис. 1. Ферма: a – нумерация стержней; b – положения стержней в соответствии с ее нижней собственной частотой

Зададим в точке B по вертикали начальную скорость равную 1 м/с, графики свободных колебаний представим на рис. 2. Смещения узлов фермы представим на рис. 2 a . Точка A колеблется по графику, представленному сплошной линией; – движение точки B по горизонтальному направлению изображается штрих пунктирной линией, а по вертикальному направлению – штриховой линией.

На рис. 2 b приведем изменения продольных усилий во времени. Сплошная линия отображает изменения усилия N_1 ; штриховая линия относится к усилию N_3 , а штрих-пунктирная линия отражает изменения усилия N_2 .

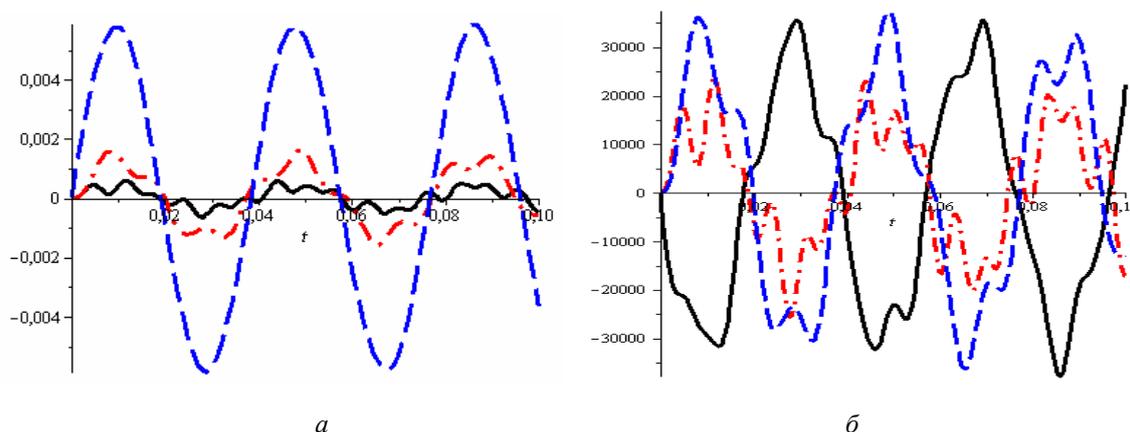


Рис. 2. Графики свободных колебаний представим:
 a – смещения узлов фермы (точка A колеблется по графику, представленному сплошной линией; движение точки B по горизонтальному направлению изображается штрих пунктирной линией, а по вертикальному направлению – штриховой линией); b – изменения продольных усилий во времени (сплошная линия отображает изменения усилия в стержне 1; штриховая линия относится к усилию в стержне 2, а штрих пунктирная линия отражает изменения усилия стержня 3)

Имеется возможность выполнять численные эксперименты с целью регулирования напряженного состояния элементов конструкции.

Библиографические ссылки

1. Бидерман В. Л. Теория механических колебаний. М. : Высш. шк., 1980. 408 с.
2. Пановко Я. Г. Введение в теорию механических колебаний : учеб. пособие для вузов. М. : Наука, 1991. 256 с.
3. Бабаков И. М. Теория колебаний. М. : Гостехиздат, 1958. 628 с.
4. Яблонский А. А., Норейко С. С. Курс теории колебаний. М. : Высш. шк., 1966.

© Сабиров Р. А., 2015

УДК 624

УСТОЙЧИВОСТЬ ТРЕХСЛОЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ЗАКРЕПЛЕННЫМИ КРАЯМИ, НАГРУЖЕННОЙ ВНЕШНИМ ДАВЛЕНИЕМ

Е. Н. Фисенко

Научный руководитель – А. В. Лопатин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: fisenkoe@.sibsau.ru

С помощью метода Галеркина решена задача устойчивости трехслойной цилиндрической оболочки с закрепленными краями, нагруженной равномерным боковым внешним давлением. Впервые получена аналитическая формула для определения критического давления трехслойной оболочки конечной длины, обладающей различными упругими и геометрическими параметрами. С помощью этой формулы выполнены расчеты критического давления оболочек с несколькими видами заполнителей, используемыми при производстве подводных трехслойных труб. Верификация результатов вычислений была успешно осуществлена методом конечных элементов. Продемонстрировано применение полученной формулы в задачах проектирования трехслойных цилиндрических труб с закрепленными краями при наличии ограничения, накладываемого на величину критического давления.

Ключевые слова: устойчивость, трехслойная цилиндрическая оболочка, закрепленные края, внешнее давление, метод Галеркина.

STABILITY OF THREE-LAYER CYLINDRICAL SHELL WITH FIXED ENDS SUBJECTED TO EXTERNAL PRESSURE

E. N. Fisenko

Scientific supervisor – A. V. Lopatin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: fisenkoe@.sibsau.ru

An approximate analytical solution of the buckling problem formulated for a composite sandwich cylindrical shell subjected to a uniform external lateral pressure is presented in the paper. Both ends of the shell of finite length are fully clamped. The problem is solved using the Galerkin method. The analytical formula for the critical load has been obtained and verified by comparison with a finite-element solution. Based on this formula buckling analyses of sandwich pipes with different types of core materials normally used in underwater applications have been performed. Applications of the formula to the solutions of design problems have been demonstrated for the clamped-clamped sandwich pipes considering constraints imposed on the value of critical pressure.

Keywords: buckling, Sandwich cylindrical shell, Clamped edges, External pressure, Galerkin method.

Трехслойные цилиндрические оболочки, благодаря высокой изгибной жесткости стенки, широко используются в конструкциях, у которых потеря устойчивости является наиболее вероятным видом исчерпания несущей способности. Примерами таких конструкций могут быть трехслойные подводные трубы и трехслойные корпуса подводных аппаратов. При определенном критическом значении внешнего давления на цилиндрической поверхности трехслойной оболочки появляются вмятины. Потеря устойчивости оболочки может привести к выходу из строя подводного трубопровода или к разрушению подводного аппарата. Поэтому вычисление величины критического давления, при котором происходит исчерпание несущей способности трехслойной цилиндрической оболочки, является актуальным для подводных приложений.

В настоящее время широкое использование трехслойных оболочек в конструкциях, эксплуатирующихся под водой, стимулирует интерес к изучению их устойчивости при действии внешнего давления [1–3].

Для глубоководных приложений большое практическое значение имеет задача определения величины критического давления трехслойной цилиндрической оболочки конечной длины с жестко закрепленными краями. Решение этой задачи может быть, очевидно, получено с помощью метода конечных элементов. Однако для проектирования трехслойной цилиндрической оболочки, являющейся несущей конструкцией подводного трубопровода или подводного аппарата, желательно иметь аналитическую формулу, позволяющую быстро и надежно вычислять величину критического давления. Такая формула даст возможность осуществлять поиск оптимальных параметров трехслойной цилиндрической оболочки без использования сложных вычислительных процедур.

Для анализа устойчивости трехслойной цилиндрической оболочки авторами были использованы уравнения теории слоистых оболочек [4], учитывающие осредненные по толщине стенки деформации поперечного сдвига. Решение дифференциальных уравнений, описывающих выпучивание оболочки, выполнено с помощью метода Фурье и метода Галеркина.

Таким образом, для вычисления критического давления трехслойной цилиндрической оболочки с закрепленными краями авторами получена аналитическая формула:

$$N_n = \frac{C_{11}C_{22}C_{33} + 2C_{12}C_{13}C_{23} - C_{11}C_{23}^2 - C_{22}C_{13}^2 - C_{33}C_{12}^2}{b_{33}(C_{11}C_{22} - C_{12}^2) + b_{32}(C_{12}C_{13} - C_{11}C_{23})}$$

где N_n – усилие для n -ой гармоники, давление определяется как $p_n = \frac{N_n}{R}$. Задаваясь различными числами n , изменяющимися от 2 до k , можно найти соответствующие давления p_2, p_3, \dots, p_k . Критическое давление оболочки определяется из следующего условия

$$p_{cr} = \min(p_2, p_3, \dots, p_k).$$

Она дает возможность найти величину p_{cr} с минимальными вычислительными усилиями.

Верификация результатов вычислений проведена методом конечных элементов. Для моделирования трехслойной оболочки использовались два вида конечных элементов. Несущие слои моделировались конечным элементом *Plate*, а заполнялись элементами *Solid*. Сравнение результатов аналитического и численного решения, показывают, что разница между ними не превышает 5 %.

Таким образом, выполненная с помощью двух конечно-элементных моделей верификации аналитического решения позволяют сделать вывод о его пригодности для быстрого и надежного определения критического давления *clamped-clamped* трехслойной композитной цилиндрической оболочки.

Полученная формула дает возможность находить критическое давление без значительных вычислительных усилий. Поэтому эту формулу удобно использовать для проектирования трехслойной оболочки с закрепленными краями, когда ограничение накладываются на величину критического давления.

Библиографические ссылки

1. An C., Duan M., Estefen S.F. Collapse and buckle propagation of sandwich pipes: a review // Proceedings of the ASME 2013 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering. June 8–14, 2013, Nantes, France.
2. Arjomandi K., Taheri F. Elastic buckling capacity of bonded and unbonded sandwich pipes under external hydrostatic pressure // J. of Mechanics of Materials and Structures. 2010. Vol. 5, no. 3. P. 391–407.
3. Arjomandi K., Taheri F. Stability and post-buckling response of sandwich pipes under hydrostatic external pressure // International J. of Pressure Vessels and Piping. 2011; 88: P. 138–148.
4. Vasiliev V. V. Mechanics of composite structures. Taylor & Francis, 1993.

УДК 539.3

**ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ
В СВОБОДНЫХ ОТ ЗАКРЕПЛЕНИЙ УГЛАХ ИЗГИБАЕМОЙ ПЛАСТИНЫ**

З. А. Юдина

Научный руководитель – Р. А. Сабиров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: rashidsab@mail.ru

Составлен конечно-разностный аналог дифференциального уравнения равновесия для углов изгибаемой пластины свободных от закрепления.

Ключевые слова: изгиб пластины, уравнения равновесия, метод сеток.

**FEATURES OF THE FINAL AND DIFFERENTIAL EQUATIONS OF BALANCE
IN CORNERS, FREE FROM FIXING, OF THE BENT PLATE**

Z. A. Yudina

Scientific supervisor – R. A. Sabirov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: rashidsab@mail.ru

The final and differential analog of the differential equation of balance for corners of the bent plate free from fixing is made.

Keywords: bend of a plate, balance equation, method of grids.

В теории изгиба тонких пластин [1], изгибающие, крутящие моменты вычисляются в зависимости от функции прогиба $w = w(x, y)$:

$$M_x(x, y) = -D(\partial^2 w / \partial x^2 + \mu \partial^2 w / \partial y^2), \quad (1)$$

$$M_y(x, y) = -D(\partial^2 w / \partial y^2 + \mu \partial^2 w / \partial x^2), \quad (2)$$

$$H_{yx}(x, y) = H_{xy}(x, y) = -(1 - \mu)D(\partial^2 w / \partial x \partial y). \quad (3)$$

$$Q_x = -D(\partial^3 w / \partial x^3 + \partial^3 w / \partial x \partial y^2), \quad Q_y = -D(\partial^3 w / \partial y^3 + \partial^3 w / \partial x^2 \partial y). \quad (4)$$

Здесь цилиндрическая жесткость $D = Eh^3 / [12(1 - \mu^2)]$.

Дифференциальная формулировка задачи дает уравнение С. Жермен:

$$\partial^4 w / \partial x^4 + 2\partial^4 w / \partial x^2 \partial y^2 + \partial^4 w / \partial y^4 = q / D, \quad (5)$$

решение которого зависит от способа закрепления краев.

На контуре свободном от закрепления:

$$M_x = 0, \quad R_x = Q_x + \partial H_{xy} / \partial y \text{ – на краю } x = \text{const} . \quad (6)$$

$$M_y = 0, \quad R_y = Q_y + \partial H_{xy} / \partial x \text{ – на краю } y = \text{const} . \quad (7)$$

Пусть угловая точка пластины является пересечением линий i, j , тогда в конечно-разностный аналог уравнения (5) в узле i, j

$$20w_{i,j} - 8(w_{i+1,j}^* + w_{i-1,j} + w_{i,j+1}^* + w_{i,j-1}) + 2(w_{i+1,j+1}^* + w_{i+1,j-1}^* + w_{i-1,j-1} + w_{i-1,j+1}^*) + w_{i+2,j}^* + w_{i-2,j} + w_{i,j+2}^* + w_{i,j-2} = q_{i,j}\lambda^4 / D \quad (8)$$

войдут прогибы семи законтурных узлов (обозначим их (*)). Для исключения законтурных узлов добавим к (8) семь контурных уравнений на основе зависимостей (1)–(4) в центральных разностях:

$$\underline{w}_{i+1,j} = 2(1 + \mu)w_{i,j} - w_{i-1,j} - \mu w_{i,j+1} - \mu w_{i,j-1} - (M_x)_{i,j} \lambda^2 / D, \quad (9)$$

$$\underline{w}_{i,j+1} = 2(1 + \mu)w_{i,j} - w_{i,j-1} - \mu w_{i+1,j} - \mu w_{i-1,j} - (M_y)_{i,j} \lambda^2 / D, \quad (10)$$

$$w_{i+1,j+1} = w_{i-1,j+1} - w_{i-1,j-1} + w_{i-1,j+1} - (H_{xy})_{i,j} 4\lambda^2 / (1 - \mu)D, \quad (11)$$

$$w_{i-1,j+1} = 2(1 + \mu)w_{i-1,j} - w_{i-1,j-1} - \mu w_{i,j} - \mu w_{i-2,j} - (M_x)_{i-1,j} \lambda^2 / D, \quad (12)$$

$$w_{i+1,j-1} = 2(1 + \mu)w_{i,j-1} - w_{i-1,j-1} - \mu w_{i,j} - \mu w_{i,j-2} - (M_x)_{i,j-1} \lambda^2 / D, \quad (13)$$

$$w_{i,j+2} = (6 - 2\mu)w_{i,j+1} - (6 - 2\mu)w_{i,j-1} + w_{i,j+2} - (2 - \mu)(w_{i+1,j+1} + w_{i-1,j+1} - w_{i+1,j-1} - w_{i-1,j-1}) - (R_y)_{i,j} 2\lambda^3 / D, \quad (14)$$

$$w_{i+2,j} = (6 - 2\mu)w_{i+1,j} - (6 - 2\mu)w_{i-1,j} + w_{i-2,j} - (2 - \mu)(w_{i+1,j+1} + w_{i+1,j-1} - w_{i-1,j+1} - w_{i-1,j-1}) - (R_x)_{i,j} 2\lambda^3 / D. \quad (15)$$

Особенностью уравнений является, что при подстановке (9) и (10) в (8) образуется рекурсия за счет подчеркнутых членов в (9) и (10), вызывающих друг друга. Поэтому вместо уравнений (9) и (10) составим специальные уравнения:

$$w_{i+1,j} = (2 + \mu)w_{i,j} - 2\mu w_{i,j-1} - w_{i-1,j} + \mu w_{i,j-2} + [(M_x)_{i,j-1} \lambda^2 - (M_x)_C 2\lambda^2] / D, \quad (16)$$

которое и применим вместо (9). Аналогичным образом вместо (10) применим

$$w_{i,j+1} = \left[- (M_y)_k 2\lambda^2 + (M_y)_{i-1,j} \lambda^2 \right] / D - 2\mu w_{i-1,j} + (2 + \mu)w_{i,j} - w_{i,j-1} + \mu w_{i-2,j}.$$

Уравнение (11) заменим зависимостью

$$w_{i+1,j+1} = 2(1 + \mu)(w_{i-1,j} + w_{i,j-1}) - 3w_{i-1,j-1} - 2\mu w_{i,j} - \mu(w_{i-2,j} + w_{i,j-2}) - (H_{xy})_{i,j} 4\lambda^2 / (1 - \mu)D - (M_y)_{i-1,j} \lambda^2 / D - (M_x)_{i,j-1} \lambda^2 / D. \quad (17)$$

Для вычисления прогиба $w_{i+2,j}$ во втором законтурном ряду, взамен (15) составим

$$w_{i+2,j} = - (R_x)_C 4\lambda^3 / D - w_{i+2,j-1}^* - (4\mu - 10)w_{i+1,j}^* - 2(1 - \mu)w_{i+1,j-1}^* + \quad (18)$$

$$+ (4\mu - 10)w_{i-1,j} - (4 - 2\mu)w_{i+1,j+1}^* - (4 - 2\mu)w_{i-1,j+1}^* + (2 - 2\mu)w_{i-1,j-1} + w_{i-2,j} + w_{i-2,j-1},$$

в которое войдут

$$w_{i+2,j-1} = (4\mu^2 - 4\mu - 4 - \mu^3)w_{i,j} + (12 + 10\mu - 5\mu^2)w_{i,j-1} + w_{i-2,j-1} + (4\mu - 12)w_{i-1,j-1} + (4\mu^2 - 8\mu - 4)w_{i,j-2} - (2\mu^3 - 4\mu^2 - 2\mu + 4)w_{i-1,j} + (4 - 2\mu)w_{i-1,j-2} + (2\mu^2 - \mu^3)w_{i-2,j} + (4\mu^2 - 4\mu^3 + \mu^4)w_{i,j-3} - (2\mu - \mu^2) \left[- (6 - 2\mu)(M_x)_{i,j-1} \lambda^2 + (2 - \mu)(M_x)_{i,j} \lambda^2 / D + (2 - \mu)(M_x)_{i,j-2} \lambda^2 / D - \right]$$

$$-\left. \left(R_x \right)_{i,j-1} 2\lambda^3 / D + \left(M_y \right)_{i-1,j} \lambda^2 / D - \left(M_y \right)_k 2\lambda^2 / D \right], \quad (19)$$

и прогибы: $w_{i+1,j}^*$ из (16); $w_{i+1,j-1}^*$ из (13); $w_{i+1,j+1}^*$ из (17); $w_{i-1,j+1}^*$ из (12). Здесь $(M_x)_C$, $(R_x)_C$ – момент и реакция между узлами сетки $(i, j) - (i, j - 1)$; $(M_y)_k$ – момент между узлами $(i, j) - (i - 1, j)$.

Несмотря на существенную громоздкость полученных зависимостей на свободных краях пластины при дифференциальном подходе, их можно применять для расчетов, задавая на краях изгибающие моменты, крутящие моменты и поперечные силы.

Библиографические ссылки

1. Лейбензон Л. С. Курс теории упругости. М.-Л. : ОГИЗ, 1947. 465 с.
2. Пановко Я. Г. Механика деформируемого твердого тела: Современные концепции, ошибки и парадоксы. М. : Наука, 1985. 288 с.

© Юдина З. А., 2015

УДК 539.12.04

**РАСЧЕТ ГЕТЕРОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ
С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ПРОГРАММ EPHCA**

О. Н. Драганюк
Научный руководитель – С. В. Телегин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: don-oks@mail.ru

Представлен расчет смоделированного защитного экрана для спутника SibCube типа CubSate, проведено сравнение полученного защитного экрана с защитой из алюминия при одинаковой приведенной толщине. Определены основные параметры и преимущества радиационного защитного экрана.

Ключевые слова: радиационная защита, спутник, моделирование.

**ABOUT CALCULATION OF HETEROGENEOUS MATERIALS OF RADIATION
PROTECTION BY SOFTWARE PACKAGE EPHCA**

O. N. Draganyuk
Scientific supervisor – S. V. Telegin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: don-oks@mail.ru

In work is presented calculation of the simulated shield for satellite SibCube of type CubSate, comparison of the received filter with protection from aluminium is lead at the identical resulted thickness. Defined primary parameters and advantages of a radiating protective shield.

Keywords: radiation protection, the satellite, modeling.

Радиационное излучение в космосе нередко становится причиной выхода из строя космических аппаратов. Для предотвращения возможных неполадок в работе спутников используются радиационно-защитные экраны. Критериями эффективности радиационной защиты являются поглощенная доза и массовые характеристики материалов в сравнении с алюминием, основным материалом защитных экранов.

В ходе работы был смоделирован защитный экран для студенческого спутника SibCube класса CubSate. Такие спутники выводятся на низкие орбиты высотой 400–1 000 км и углом наклона 82°, поток частиц на этих высотах составляет $3-10 \cdot 10^5$ ч/с. Расчет производился в программе «Компьютерная лаборатория» [1] методом Монте-Карло, позволяющим рассмотреть процессы взаимодействия высокоэнергетических частиц с веществом.

Защитный экран будет представлять собой трехслойный барьер, включающий в себя корпус из сплава алюминия АМГ6. Толщина стенки корпуса составляет 2,5 мм. Она была выбрана исходя из результатов вычисления дозовой характеристики и требований по жесткости к конструкции аппарата. С обеих сторон на стенки корпуса будет нанесено лаковое покрытие (МЛ192) с использованием боросодержащего материала с внешней стороны и никеля с внутренней.

Выбор данных материалов обусловлен значениями сечений реакций в этих веществах. Из недорогих легких и доступных материалов самое большое сечение захвата фотонов, равное $0,0092 \cdot 10^{-24}$ см²,

и сечение рассеяния ($3,6 \cdot 10^{-24} \text{ см}^2$) имеет бор [3]. Никель обладает лучшими характеристиками: сечение захвата, равное $4,43 \cdot 10^{-24} \text{ см}^2$, сечение рассеяния $17,3 \cdot 10^{-24} \text{ см}^2$, что на порядок больше значений сечений реакций меди при приблизительно одной плотности веществ. Благодаря таким параметрам никель является хорошим материалом защиты от гамма-излучения и поэтому эффективен в качестве последнего слоя защиты.

Толщины слоев соответствуют слоям половинного ослабления и составляют 0,225 мм для боросодержащего покрытия и 0,4 мм для слоя с использованием никеля. Малая толщина обеспечивает техническую возможность нанесения покрытия на корпус и сохраняет небольшую массу защитного экрана.

На графике (рис. 1) видна зависимость поглощенной дозы от электронов и позитронов по толщине барьера. Угол наклона свидетельствует о большем коэффициенте ослабления бора и никеля по сравнению с алюминием, что объясняет эффективность применения составного барьера. Доза, прошедшая за барьер толщиной 3,125 мм составит $5,187 \cdot 10^{-9}$ рад. За 10 лет накопленная доза будет иметь порядок 10 рад.

Для сравнения с соответствующим барьером из алюминия был вычислен коэффициент ослабления барьера [2] и найдена приведенная толщина: $1,94 \text{ г/см}^2$. Этому значению соответствует защитный экран из алюминия реальной толщиной 0,756 см. Такой барьер будет иметь существенные недостатки: с ростом толщины увеличивается значение фактора накопления, и, как следствие, повышается вероятность появления вторичного излучения. В меньшей мере мы можем наблюдать такой эффект в слое алюминия 2.5 мм в составе нашего защитного экрана. На рис. 2 представлены траектории частиц в радиационном защитном экране. Синие линии соответствуют движению электронов, красные – фотонов.

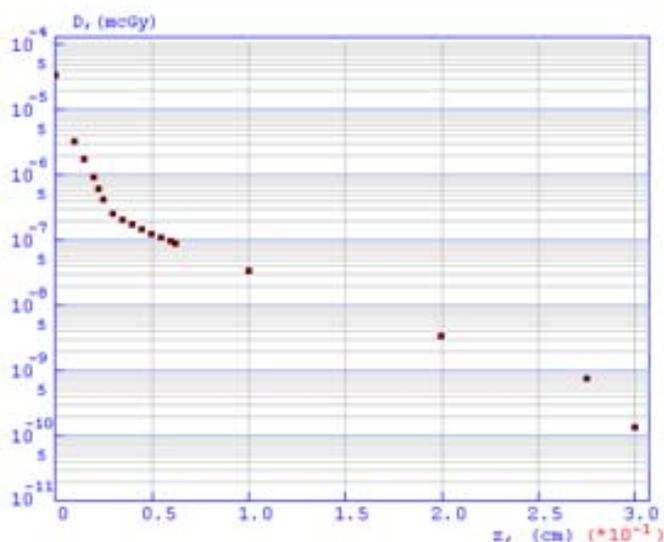


Рис. 1. График зависимости поглощенной дозы (мкГр) от толщины защитного экрана (мм). Нормировка на одну частицу. По оси ординат логарифмический масштаб

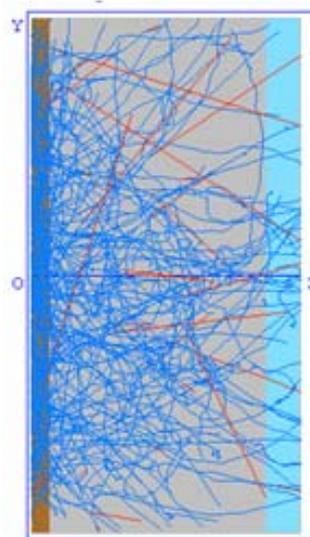


Рис. 2. Траектории распространения частиц в веществе

В последней части защитного барьера наблюдается уменьшение количества траекторий фотонов, накопившихся в предыдущем слое. Следовательно, никель служит хорошей защитой от образовавшегося излучения, что также подтверждается зависимостью числа частиц от толщины. Число фотонов, выходящих из трехслойного барьера составило 0,313 частиц, из однородного барьера из алюминия – 0,756 частиц.

Для сравнения массовой характеристики было рассчитано соотношение при одинаковых площадях поверхности: исследуемый экран будет составлять 0,524 от массы алюминия при одинаковой приведенной толщине.

Таким образом, при одинаковой приведенной толщине и приблизительно равных экранирующих свойствах, барьер из боросодержащего материала, сплава АМГ6 и покрытия с никелем обладает рядом преимуществ: меньшее накопление вторичного излучения, меньшая масса и, как следствие, меньшие затраты на производство такого экрана. В дальнейшем возможно усовершенствование

радиационного защитного экрана путем уменьшения толщины стенки корпуса, если это не нарушит требований к жесткости конструкции.

Библиографические ссылки

1. Беспалов В. И. Пакет программ ЕРНСА для статистического моделирования поля излучения фотонов и заряженных частиц // Изв. вузов. Физика, Приложение. 2000. № 4. С. 159–165.
2. Беспалов В. И. Лекции по радиационной защите : учеб. пособие. Томск : Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2012. С. 40–42.
3. Кимель Л. Р., Машкович В. П. Защита от ионизирующих излучений : справочник. 2-е изд. М. : Атомтдат, 1972. 312 с.

© Драганюк О. Н., 2015

УДК 543.428

НАНОЛОКАЛЬНАЯ ЗАРЯДОВАЯ ЛИТОГРАФИЯ В СИСТЕМЕ Ge/Si

К. Н. Зайкова

Научный руководитель – А. Ю. Игуменов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: igumenovau@mail.ru

Нанотехнологии применяются и активно развиваются в различных сферах науки и техники, в частности в сфере информационных технологий для записи информации. В настоящее время ведётся поиск материалов для зарядовой записи, позволяющих увеличить плотность записываемой информации. Исследование, проведённое в данной работе, показало, что система Ge/Si является перспективной для зарядовой литографии.

Ключевые слова: зарядовая запись, зарядовая литография, сканирующая зондовая микроскопия, наногетероструктуры Ge/Si.

CHARGE NANOLITHOGRAPHY IN Ge/Si SYSTEM

K. N. Zaykova

Scientific supervisor – A. Yu. Igumenov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: igumenovau@mail.ru

Nanotechnology is actively developing and all-purpose field of science and technology. Nanotechnology can be used in the field of information technology for data recording. The search for materials that allows carrying out high-density charge writing is useful for information technology. An investigation carried out in this paper showed that the Ge/Si system is advanced for charge lithography.

Keywords: charge writing, charge lithography, scanning probe microscopy, nanoheterostructures Ge/Si.

Нанолокальная модификация поверхности является одним из перспективных направлений физики низкоразмерных систем. Данное направление включает в себя различные методы модификации рельефа и свойств поверхности в нанометровом диапазоне. Зарядовая нанолитография относится к данному классу методов и основывается на процессе зарядки областей заданной формы на поверхности материала. Этот метод может быть использован в целях повышения плотности записи информации [1]. Актуальной задачей является поиск материалов, имеющих пригодную для зарядовой литографии структуру. Наиболее подходящими являются материалы, содержащие нанокластеры на поверхности или в объёме [1–8]. В рамках данной работы исследована возможность проведения зарядовой литографии в системе Ge/Si. Эксперименты были проведены на сканирующей зондовой нанолaborатории NTegra Aura при комнатных условиях (температура 25 °С, влажность 25 %). Сканирование образца и зарядовая литография осуществлялись с использованием бесконтактных зондов с вольфрамовым покрытием.

На рис. 1 приведено изображение рельефа исследуемого образца в диапазоне 3×3 мкм, полученное в полуконтактном режиме атомно-силового микроскопа (АСМ). На данном изображении наблюдается островковая структура (квантовые точки германия), средняя высота островков 5,2±0,5 нм, средний диаметр 0,06 мкм.

Зарядовая литография проводилась с напряжением зонд-образец 10 В, на рис. 2, а представлен шаблон для зарядовой литографии, а на рис. 2, б – распределение электростатического потенциала по поверхности образца после проведения зарядовой литографии, полученное в режиме Кельвин-зондовой силовой микроскопии (КЗСМ).

На рис. 2, б заряженные области, имеющие более высокий потенциал (более светлые области), соответствуют шаблону. Изображение имеет размытые границы вследствие неустойчивого контакта зонда с поверхностью образца и аппаратного уширения заряженной области на КЗСМ-изображении.

Для исследования зависимости величины потенциала зарядового рисунка от времени были проведены измерения потенциала областей, отмеченных на рис. 3, а.

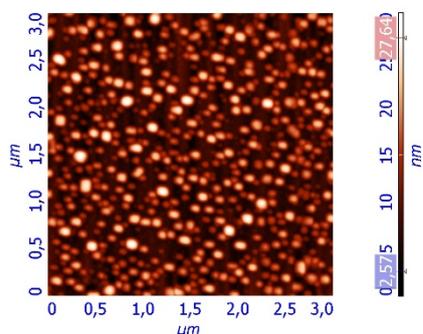


Рис. 1. АСМ-изображение рельефа образца Ge/Si

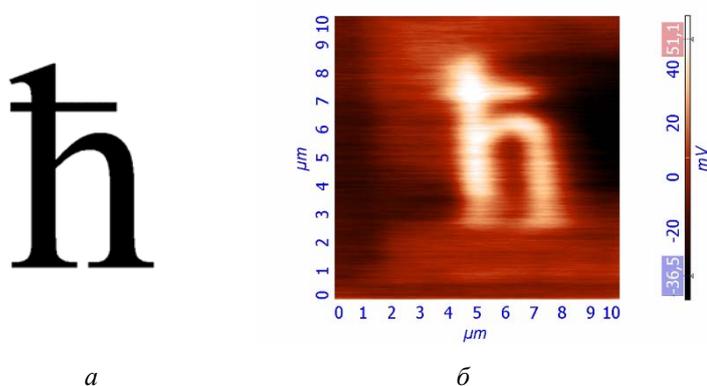


Рис. 2. Шаблон постоянной Планка (а) и КЗСМ-изображение результата литографии (б)

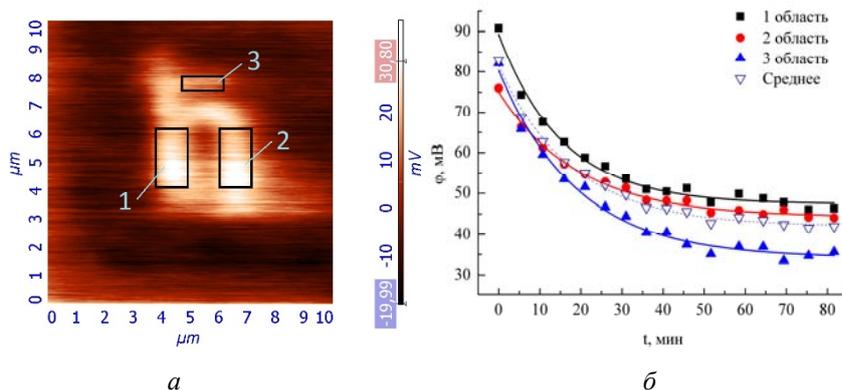


Рис. 3. КЗСМ-изображение результата литографии спустя 80 минут после зарядки (а), зависимость потенциала зарядового рисунка от времени для разных областей (б)

Измерение потенциала данных областей проводилось путём усреднения значений, заключенных в выбранных областях. Усреднение значений было проведено для повышения точности измерения потенциала. Различные области были выбраны для следующих целей:

- 1) для измерения среднего потенциала зарядового изображения;
- 2) для оценки однородности потенциала зарядового изображения;
- 3) для исследования зависимости потенциала заряженных областей с различной площадью от времени.

На рис. 3, б приведена зависимость потенциала от времени для различных областей. Данные зависимости были успешно аппроксимированы экспоненциальной функцией, что соответствует характеру угасания гомозаряда [9]. Из графика видно, что в начальный момент времени потенциал заряженных областей отличается: значительные различия наблюдаются для областей 1 и 2, имеющих одинаковую площадь. Это может быть вызвано неустойчивым контактом зонд-образец. Потенциал насыщения у 3 области меньше, чем у 1 и 2, так как она имеет меньшую площадь и соответственно ёмкость.

Проведена зарядовая литография в системе Ge/Si. Для исследования зависимости потенциала зарядового рисунка сложной формы от времени было проведено измерение среднего значения потенциала в трёх различных областях. Спустя 80 минут потенциал выходит на насыщение, оставаясь хорошо различимым и достаточным для проведения измерений. Зарядовый рисунок сохраняет свои очертания в течение длительного времени. Таким образом, исследование системы Ge/Si с квантовыми точками германия является перспективным, поскольку данная система позволяет получать локализованный и сохраняющийся длительное время зарядовый рисунок.

Авторы выражают благодарность А. И. Никифорову и В. А. Тимофееву за предоставленный образец Ge/Si.

Библиографические ссылки

1. Нанолокальная зарядовая запись в тонких слоях SiO₂ с встроенными Si нанокристаллами под зондом атомно-силового микроскопа / М. С. Дунаевский, А. Н. Титков, С. Ю. Ларкин [и др.] // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33, вып. 20. С. 80–57.
2. Создание устойчивых зарядовых областей в массиве Ge-нанокристаллитов внутри SiO₂ с помощью электростатической силовой микроскопии / М. С. Дунаевский, П. А. Алексеев, П. А. Деметьев [и др.] // Журнал технической физики. 2015. Т. 85, вып. 5. С. 50–56.
3. Локальная зарядовая запись на слоях монодисперсных частиц Pt на окисле SiO₂ [Электронный ресурс] / А. Н. Титков, М. С. Дунаевский, В. М. Кожевин и др. // URL: http://www.issp.ac.ru/ebooks/conf/vol1_2006.pdf. (дата обращения: 07.04.2015).
4. Imaging of Si quantum dots as charge storage nodes / R. A. Puglisi, S. Lombardo, G. Ammendola et al. // Materials Science and Engineering. 2003. Т. С 23. С. 1047–1051.
5. Metal nanocrystals as charge storage nodes for nonvolatile memory devices / P. H. Yeh, L. J. Chen, P. T. Liu et al. // Electrochimica Acta. 2007. Т. 52. С. 2920–2926.
6. Charge storage in silicon-implanted silicon dioxide layers examined by scanning probe microscopy / R. Beyer, E. Beyreuther, J. von Borany et al. // Thin Solid Films. 2006. Т. 513. С. 159–165.
7. Scanning capacitance microscopy and spectroscopy on SiO₂ films with embedded Ge and Si nanoclusters / R. Beyer, E. Beyreuther, J. von Borany et al. // Microelectronic Engineering. 2004. Т. 72. С. 50–56.
8. KFM detection of charges injected by AFM into a thin SiO₂ layer containing Si nanocrystals / C. Dumas, L. Ressler, J. Grisolia et al. // Microelectronic Engineering. 2008. Т. 85. С. 50–56.
9. Губкин А. Н. Электреты. М. : Академия наук СССР, 1961.

© Зайкова К. Н., 2015

УДК 548.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПОГРАФИИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Е. В. Королев¹

Научные руководители – Г. А. Александрова¹, О. П. Пчеляков²

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: zheka-korolev1993@mail.ru

²Институт физики полупроводников имени А. В. Ржанова СО РАН
Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, просп. академика Лаврентьева, 13
E-mail: ifp@isp.nsc.ru

Исследована поверхность солнечных элементов (СЭ) на основе монокристаллического кремния (100) с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ), полученных по одинаковой технологии разными. Приведено сравнение параметров поверхности СЭ на рабочей и обратной стороне. По результатам сканирования установлено, что СЭ отличаются между собой по параметрам и особенностям рельефа.

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, топография, солнечный элемент.

INVESTIGATION OF THE TOPOGRAPHY SOLAR CELLS BY ATOMIC FORCE MICROSCOPY

E. V. Korolev¹

Scientific supervisors – G. A. Alexandrova¹, O. P. Pchelyakov²

¹Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: zheka-korolev1993@mail.ru

²Institute of Semiconductor Physics A. V. Rzhanova SB RAS
13, Academician Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation
E-mail: ifp@isp.nsc.ru

In this paper we explore the surface of the solar cell (SC) on the basis of single-crystal silicon (100) using atomic force microscopy (AFM), obtained by the same technology. The comparison of the parameters on the working surface of the solar cell and the back side. A scan found that the SC differ in the parameters and characteristics of the relief.

Keywords: atomic force microscopy, topography, solar cell.

В настоящее время в связи с ухудшением экологии, сокращением ресурсов для традиционной энергетики, растущими показателями энергопотребления и как следствие – ограниченными энергоресурсами стремительные обороты набирает развитие технологий добычи энергии из альтернативных, возобновляемых источников. Одним из таких источников является солнечная энергия. Преобразование солнечной энергии в электрическую осуществляется с помощью фотоэлементов. Актуальной задачей солнечной энергетики при производстве СЭ является снижение себестоимости и увеличение коэффициента полезного действия (КПД) преобразования солнечной энергии в электрическую. Использование этого вида энергии не связано с загрязнением окружающей среды и нарушением теплового баланса планеты [1].

Самым распространенным материалом для фотоэлементов является кремний. Эффективность преобразования энергии (КПД) у солнечных батарей зависит от технологии их производства и чисто-

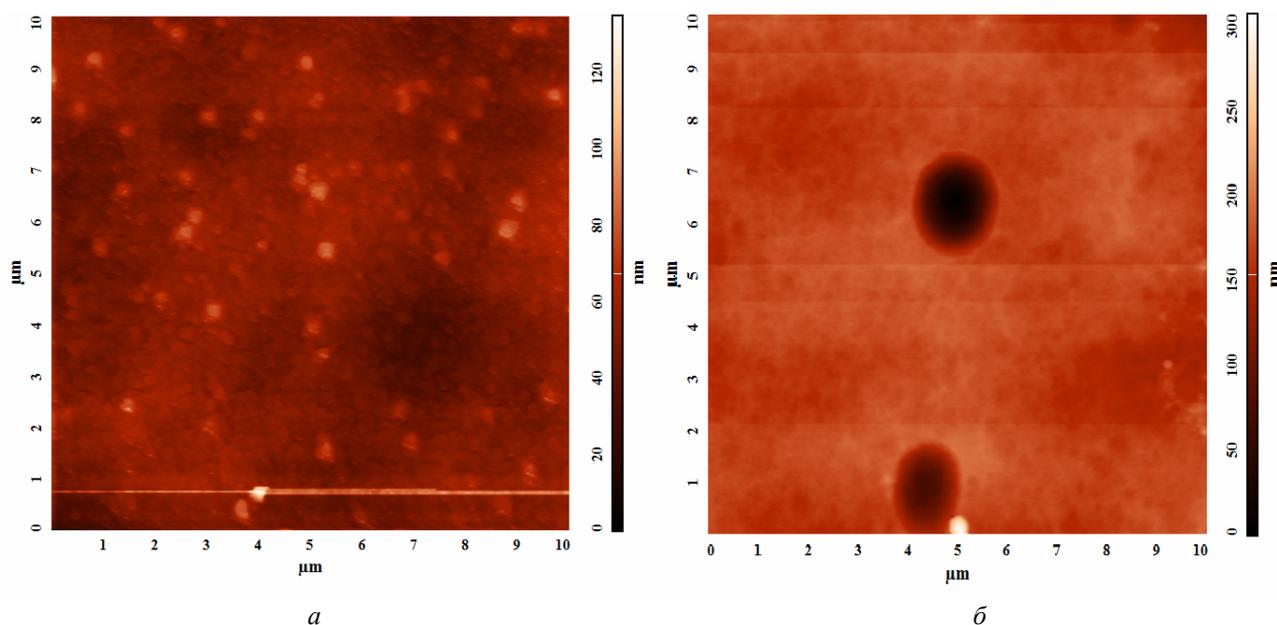
ты кремния. Широкое применение кремния объясняется достаточно большой шириной запрещенной зоны, уникальными особенностями травления, высокими механическими свойствами его оксида и практически неограниченными природными запасами последнего [1; 2].

Одним из методов для оценки качества и изучения физических свойств СЭ является атомно-силовая микроскопия. Этот метод, основанный на силовом взаимодействии заостренной иглы с исследуемой поверхностью, в кратчайшие сроки стал основным инструментом структурных исследований поверхности в физике, геологии, химии, биологии, медицине и т. д. [3].

Целью настоящей работы является исследование топографии СЭ на основе монокристаллического кремния (100) методом АСМ.

В процессе исследования в качестве исследуемых образцов использовались СЭ, произведенные методом бестигельной зонной плавки. Исследование проводилось с помощью сканирующего зондового микроскопа на базе платформы зондовой нанолaborатории NTEGRA AURA компании NT-MDT. Процесс исследования топографии поверхности СЭ осуществлялся в контактном режиме АСМ. Для сканирования был использован кремниевый зонд (NSG01) с золотым проводящим покрытием и радиусом острия 10 нм. Исследование рельефа СЭ проводилось с рабочей и обратной стороны. Обработка полученных АСМ-изображений проводилась с помощью модуля обработки изображений Nova.

На рисунке представлены АСМ-изображения размером 10×10 мкм рабочей поверхности СЭ, СЭ № 1 (рисунок, *a*) и СЭ № 2 (рисунок, *б*). Рисунок иллюстрирует то, что поверхность СЭ отличается по особенностям рельефа, не смотря на одинаковую технологию производства.



АСМ-изображения рабочей поверхности СЭ (10×10 мкм):
a – СЭ № 1; *б* – СЭ № 2

На АСМ-изображении (рисунок, *a*) наблюдаются дефекты структуры поверхности после травления, предположительно связанные с осадками примесей кислорода или углерода при взаимодействии с кремнием, которые называются преципитатами.

Как известно из источника [4], преципитаты могут создавать механические напряжения на границе SiO₂/Si, что приводит к возникновению дислокаций. Данные дефекты могут являться электрически активными и влиять на рекомбинационные свойства в этих областях. С этим связано уменьшение времени жизни неосновных носителей заряда, поэтому электрические свойства дефектов оказывают существенное влияние на характеристики и качество СЭ.

На АСМ-изображении (рисунок, *б*) наблюдаются следы после травления в виде ямок округлой формы, которые предположительно связаны с наличием скоплений крупных кластеров точечных дефектов, а также примесных кластеров, что подтверждается данными [2, 4, 5]. Необходимо отметить, что форма ямок травления также зависит от состава травителя, времени травления, ориентации кристалла.

Проведено сравнение полученных параметров СЭ (см.таблицу).

Параметры поверхности солнечных элементов

СЭ	Рабочая сторона			Особенности рельефа	Обратная сторона		Особенности рельефа
	Шероховатость, нм				Шероховатость, нм		
	размер скана, мкм				размер скана, мкм		
	100×100	30×30	10×10		10×10	3×3, 1×1	
СЭ № 1	(19,2±1,9)	(10,9±1,6)	(6,0±0,8)	Преципитаты	(3,5±0,2)	(2,6±0,2)	Преципитаты
СЭ № 2	(31,9±3,1)	(14,9±1,8)	(11,2±1,4)	Ямки	(4,5±0,4)	(2,9±0,3)	Ямки

Из приведенных в таблице результатов видно:

- что СЭ № 1 имеет менее шероховатую поверхность, преимущественно структуру поверхности в виде преципитатов как на рабочей, так и на обратной стороне;
- СЭ № 2 имеет более шероховатую поверхность, преобладающей особенностью рельефа являются ямки, как на рабочей, так и на обратной стороне.

По полученным данным трудно оценить СЭ качественно, для этого необходимо более детальное исследование и дополнительные данные о параметрах СЭ, которых к сожалению, для данных СЭ не было.

Дефекты существенно ухудшают качество и характеристики СЭ, что сказывается на снижении КПД. Поэтому необходимо проводить исследования поверхности СЭ.

Библиографические ссылки

1. Гременок Ф. В., Тиванов М. С., Залесский В. Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов // Минск : Изд. центр БГУ, 2007. 222 с.
2. Технология полупроводникового кремния / Э. С. Фалькевич, Э. О. Пульнер, И. Ф. Червоний и др. // М. : Металлургия, 1992. 408 с.
3. Мошников В. А., Спивак Ю. М. Атомно-силовая микроскопия для нанотехнологии и диагностики : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. 80 с.
4. Рэйви К. Дефекты и примеси в полупроводниковом кремнии / пер. с англ. М. : Мир, 1984. 475 с.
5. Сангвал К. Травление кристаллов: Теория, эксперимент, применение / пер. с англ. М. : Мир, 1990. 492 с.

© Королев Е. В., 2015

УДК 621.396.933.22

КОЛЛИМАЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА В СПУТНИКОВЫХ ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРАХ

Е. Г. Лапухин

Научные руководители – В. М. Владимиров, Л. В. Границкий

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slovoktk@mail.ru

Обозначена проблема коллимации лазерного излучения одновременно для двух длин волн без дополнительной перефокусировки в лазерных спутниковых дальномерах. Предложены два варианта коллиматоров по оптической схеме Кеплера и Галилея.

Ключевые слова: спутниковый лазерный дальномер, коллимация лазерного пучка.

COLLIMATION OF LASER RAYS IN SATELLITE LASER RANGING

E. G. Lapukhin

Scientific supervisors – V. M. Vladimirov, L. V. Granitskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slovoktk@mail.ru

We focused attention on problem of collimation of two-waves laser without additional refocusing in laser satellite range. We suggest two version of collimators, wich are using the optical schemes of Kepler and Galilee. They are collimating laser radiation for wavelenghts 532 and 1064 nm.

Keywords: satellite laser ranging, laser collimation.

В настоящее время с помощью лазерной дальнометрии стало возможным определять расстояние до ИСЗ с миллиметровой точностью. Измерение расстояния до космических аппаратов позволяет уточнять орбиты искусственных спутников Земли (ИСЗ), а наблюдение специализированных спутников, оснащенных ретрорефлекторами, дает возможность определять параметры вращения Земли.

Совсем недавно лазерные локационные станции определяли расстояние до ИСЗ с точностью 1–2 метра. Такие лазерные спутниковые дальномеры являлись дальномерами первого поколения. Точность дальномеров второго поколения составляет 1–10 см, третьего – 1–5 см. Сегодня внедряются лазерные дальномеры четвертого поколения, у которых расстояние до ИСЗ может быть определено с точностью до нескольких миллиметров [1].

В дальномерах первого, второго и третьего поколений достигаемая точность определяется длительностью импульса лазерного источника. Например, длительность импульса лазерного спутникового дальномера ЛД-2 составляет 40–50 нс позволяет определять расстояние до ИСЗ с погрешностью до 2,5 м. При этом угол расходимости лазерного пучка на выходе коллиматора дальномера составляет 50" [2]. Для уменьшения длительности импульса достаточно в дальномере ЛД-2 лазерный излучатель на рубине заменить на YAG:Nd-лазер (длина волны 1 064 нм) с последующем удвоением частоты (длина волны 532 нм).

Импульсы большей мощности и длительностью 3,3 нс при его формировании можно получить, используя пассивные затворы. После такой модернизации расходимость лазерного пучка на выходе из коллиматора составила 160", а дальность лоцирования осталась прежней 3 500 км [3]. Уменьшение длительности импульса до 3,3 нс позволяет определять расстояние с погрешностью 10-15 см. Это дает право считать данный дальномер дальномером второго поколения.

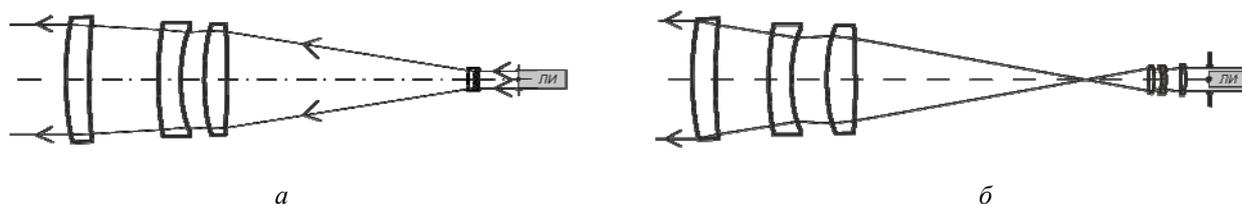
В свою очередь, существенный вклад в погрешность определения расстояния вносит атмосферная поправка. Одним из методов ее определения является дисперсионный метод, основанный на

одновременном прохождении через толщу атмосферы двух импульсов лазерного излучения с различными длинами волн. Определив атмосферную поправку дисперсионным методом, можно определить расстояние с миллиметровой точностью.

Для реализации дисперсионного метода необходимо, чтобы два лазерных пучка с различными длинами волн после прохождения через коллиматор имели угол расходимости близкий к дифракционному без дополнительной перефокусировки коллиматора. В свою очередь апертурное увеличение лазерного пучка позволяет уменьшить его расходимость при прохождении через коллиматор.

Нами был произведен расчет коллиматора лазерного луча для длин волн 532 и 1 064 нм. Расчет коллиматора был осуществлен с учетом габаритных размеров штатного коллиматора ЛД-2 с целью минимизации изменений в конструкции дальномера.

Расчет коллиматора был осуществлен по оптическим схемам Кеплера и Галилея. Оптические схемы рассчитанных коллиматоров представлены на рис. 1. Данные коллиматоры содержат оптически связанные положительный трехлинзовый объектив и двухлинзовый склеенный отрицательный окуляр в схеме Галилея и положительный трехлинзовый окуляр в схеме Кеплера.



Оптические схемы Галилея (а) и Кеплера (б) (ЛИ – лазерный излучатель)

Коэффициент пропускания составил 0,84 и 0,86 соответственно для длин волн 532 нм и 1 064 нм. Угол расхождения луча определяется дифракцией на апертуре объектива коллиматора и равен $\sim 1''$ и $\sim 2''$ соответственно для длин волн 532 и 1 064 нм.

Поверхности всех линз сферические и материал линз – оптические стекла ТФ10 и К8, что удешевляет стоимость изготовления коллиматоров.

Таким образом, использование рассчитанных коллиматоров делает возможным уменьшение погрешности до миллиметров (за счет определения атмосферной поправки дисперсионным методом на длинах волн 532 и 1 064 нм) при определении расстояния до КА.

Данная работа выполнена в рамках экспериментального исследования предельных значений точности измерения дальности космических объектов лазерными локационными станциями.

Библиографические ссылки

1. Degnan J. J. Satellite laser ranging: Current status and future prospects // IEEE Trans. 1985. Vol. GE-23, № 4. P. 398–413.
2. Четырехосный полуавтоматический спутниковый лазерный дальномер ЛД-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Рига, 1983.
3. Мещеряков Н. А., Тиссен В. М. Компактный лазерный излучатель мощных импульсов наносекундной длительности для локации // Вестник СГГА. 2001. № 6. С. 169.

© Лапухин Е. Г., 2015

УДК 6.67.67.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УДАРНО-ВОЛНОВОГО НАГРУЖЕНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ 110Г13Л

В. А. Ломан
Научный руководитель – К. Е. Милевский

Новосибирский государственный технический университет
Российская Федерация, 630073, г. Новосибирск, просп. К. Маркса, 20
E-mail: Loman_95@mail.ru

Изучено влияние ударно-волнового нагружения на физико-механические характеристики стали Гадфильда. Выявлены зависимости изменения параметров удлинения, плотности, твёрдости от глубины упрочняемого слоя.

Ключевые слова: сталь Гадфильда, упрочнение взрывом.

WE HAVE INVESTIGATED THE EFFECT OF THE SHOCK WAVE LOADING ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES STEEL 110G13L

V. A. Loman
Scientific supervisor – K. E. Milevsky

Novosibirsk State Technical University
20, K. Marksa Av., Novosibirsk, 630073, Russian Federation
E-mail: Loman_95@mail.ru

We have studied the after shock wave loading on physical and mechanical characteristics of Hadfield steel. We have found a relationship between the parameters of elongation, density, hardness of the depth of strengthening layer.

Keywords: Hadfield steel, hardening of the explosion.

Сталь Гадфильда (110Г13Л) имеет особое свойство, упрочняется под действием различных нагрузок, наибольшее воздействие оказывает взрывное упрочнение [1]. Первые исследования упрочнения этой стали были в начале 1950-х годов. В 1960 г. опубликовано исследование Хольцмана и Кована, где исследована ударно-волновая обработка стали Гадфильда.

Сталь 110Г13Л обладает следующими механическими свойствами: предел прочности $\sigma_b = 800\text{--}900$ МПа; условный предел текучести $\sigma_t = 310\text{--}350$ МПа; относительное удлинение (пластичность) $\delta = 15\text{--}20$ %; относительное сужение $\psi = 50\text{--}30$ %; начальная твердость в исходном состоянии 200 НВ [2].

Выделено два направления упрочнения стали Гадфильда, квазистатической нагрузкой и ударно-волновой нагрузкой. Упрочнение квазистатической нагрузкой осуществляется на глубину всего 2–5 мм, в то время как упрочнение взрывом возможно на глубину до 40 мм [3]. При действии квазистатической нагрузки происходит сильная деформация зёрен металла, которая пропорциональна величине упрочнения.

Цель работы изучение влияние ударно-волнового нагружения на механические свойства упрочнённого слоя стали 110Г13Л.

В качестве взрывчатого вещества использовалось пластическое вещество ЛВВ11-01 в связи с тем, что оно может с высокой точностью копировать поверхность упрочняемого изделия.

Образцами взяты технологические пробы (клиновидные бруски высотой 110 мм, длиной 210 мм, шириной при основании клина 55 мм, при вершине 16 мм).

Использовалась схема всестороннего сжатия, которая позволяет препятствовать развитию наплывов металла. При нагружении изменений в геометрии практически не происходит, что позволяет говорить о целостности образца и об упрочнении на большую глубину.

После проведения нагружения проводили замеры твердости материала по методу Роквеллу. Для каждой технологической пробы определяли среднее значение твердости по трём точкам для каждого выбранного расстояния от поверхности нагружения [4].

На рис. 1 изображена схема раскроя образца, для исследования распределения твёрдости.

Полученные зависимости твёрдости от шага изображены на рис. 2.

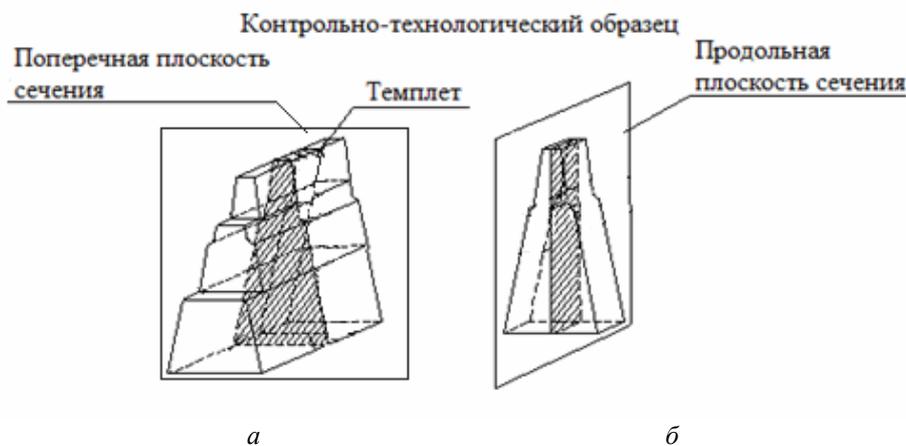


Рис. 1. Схема раскроя технологической пробы для подготовки образцов на металлографический анализ

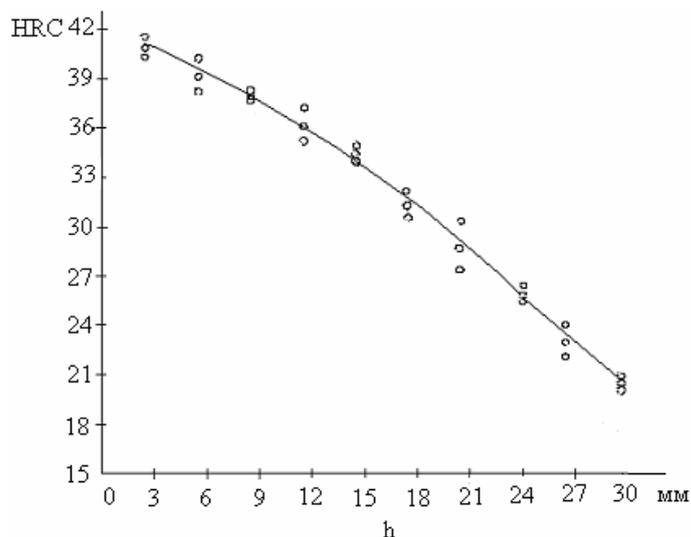


Рис. 2. Зависимость твердости образца от расстояния до поверхности. h – расстояние от поверхности

Проводилась оценка размеров зерна средний размер зерна по обоим слоям, примерно одинаков, однако было выявлено появление полос скольжения на небольших глубинах после взрывного нагружения [5].

Были также проведены испытания на растяжение [6]. От обработанных взрывом технологических проб отрезали слой толщиной 14 мм, из которого изготавливали цилиндрические образцы для испытания на растяжение по ГОСТ 1497–84. Растягивались образцы после нагружения, на установке Р-5. Строение металла после литья и закалки изучали на темплетях, из которых вырезали образцы в поперечном и продольном направлениях для изготовления шлифов (рис. 1, а, б).

На рис. 3 видно, что удлинение образцов происходит до пикового значения, которое имеет образец № 5, а потом удлинение уменьшается.

Было проведено исследование образцов на изменение плотности по слоям [7]. Для определения плотности были предоставлены 9 образцов стали после деформации и 8 образцов до деформации.

На графике (рис. 4) видно, что плотность образцов возросла после взрывного нагружения и что у предъявленных образцов плотность уменьшается от первого образца к девятому.



Рис. 3. Удлинение образцов после нагружения

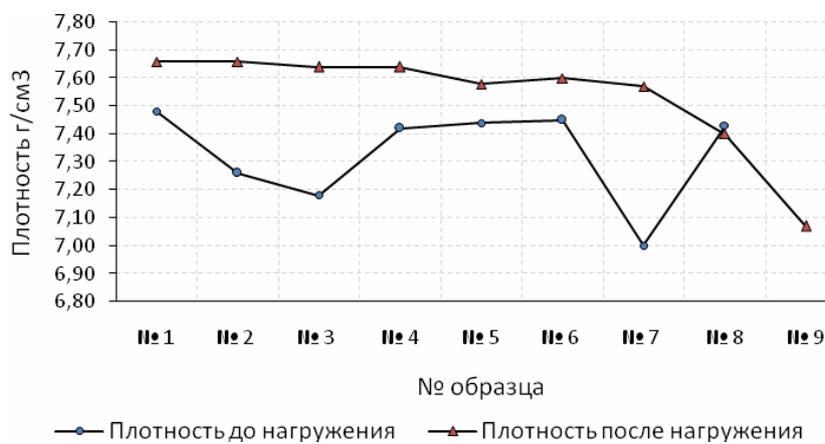


Рис. 4. Плотность образцов до и после нагружения

На основе полученных результатов исследований физико-механических характеристик, в упорочнённом слое материала, можно выделить несколько подслоёв, с однородными механическими свойствами.

Библиографические ссылки

1. Дерibas А. А. Физика упрочнения и сварки взрывом. Новосибирск, 1972.
2. Лашко Н. Ф., Еремин Н. И. Фазовый состав и структура аустенитных сталей, М. : Машгиз, 1957. 457 с.
3. Гуськов А. В., Милевский К. Е., Яковлев А. Г. Сравнительный анализ упрочнения стали Гадфильда статической и высокоскоростной нагрузкой // Наука. Промышленность. Оборона : тр. XV Всерос. науч.-техн. конф. (г. Новосибирск, 23–25 апреля 2014 г.). Новосибирск : изд-во НГТУ, 2014. С. 207–210.
4. Тушинский Л. И., Гуськов А. В., Милевский К. Е., Петров А. Ф. Влияние высокоскоростной ударной волны на микроструктуру и механические свойства стали Гадфильда 110Г13Л // Научный вестник НГТУ. 2006. № 4(25). С. 186–194.
5. Guskov A. V., Milevsky K. E., Mihaylova N. Y. Research of Gadfield steel structure after dynamic loading // 7th World conference on explosives & blasting. Moscow, Russia, 2013.
6. Гуськов А. В., Милевский К. Е., Яковлев А. Г. Физико-механические свойства стали Гадфильда после ударно-волнового воздействия // Наука. Промышленность. Оборона : тр. XV Всерос. науч.-техн. конф. (г. Новосибирск, 23–25 апреля 2014 г.). Новосибирск : изд-во НГТУ, 2014. С. 193–196.
7. ГОСТ 15139–69 Методы определения плотности(объемной массы). М. : Изд-во стандартов, 1981.
8. Гуськов А. В., Драньков Н. О., Милевский К. Е. Исследование механических свойств стали Гадфильда при высокоскоростном нагружении // Деформация и разрушение материалов. М., 2011. № 3. С. 39–41.

УДК 621.383.51

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕМНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А. Н. Масюгин¹

Научные руководители – К. Б. Фрицлер², О. П. Пчеляков^{1,2}

¹ Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: joker-dd@mail.ru

² Институт физики полупроводников имени А. В. Ржанова СО РАН
Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, просп. академика Лаврентьева, 13

На различных этапах технологического процесса изготовления солнечных элементов проведены исследования изменения времени жизни неравновесных носителей заряда и, распределения структурных дефектов.

Ключевые слова: фотовольтаика, окислительные дефекты упаковки, солнечные элементы, кристаллография.

RESEARCH OF SILICON ELECTROPHYSICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES AT DIFFERENT STAGES OF SOLAR CELLS MANUFACTURING

A. N. Masyugin¹

Scientific supervisors – K. B. Fritzler², O. P. Pchelyakov^{1,2}

¹ Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: joker-dd@mail.ru

² Rzhzanov Institute of Semiconductor Physics SB RAS
13, Academician Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Minority carrier lifetime variation and structural defects distribution was investigated at various stages of the silicon solar cell manufacturing.

Keywords: photovoltaics, oxidation stacking faults, solar cells, crystallography.

В настоящее время ведется постоянная работа по улучшению параметров кремниевых солнечных элементов (СЭ). Одной из важнейших характеристик, определяющих эффективность СЭ, является время жизни неравновесных носителей заряда (ННЗ) τ . В процессе создания СЭ возможна генерация дефектов, существенным образом уменьшающих значения эффективного времени жизни ННЗ. Существует необходимость в детальном понимании процессов дефектообразования в кремнии и их влиянии на электрофизические параметры солнечных элементов.

В представленной работе исследовались солнечные элементы с обратными контактами на основе Si, выращенного методом бестигельной зонной плавки (БЗП) в кристаллографическом направлении [100]. На различных этапах технологического процесса осуществлялось измерение времени жизни неравновесных носителей заряда (τ) бесконтактным СВЧ методом, проводилось исследование распределения структурных дефектов с помощью селективного травления и металлографии. Для наблюдения и изучения дефектов структуры образцов после химической обработки использовался оптический микроскоп Jenavert [1].

На рис. 1 представлены графики распределения τ по диаметру тестовой пластины (перпендикулярно базовому срезу) после различных высокотемпературных последовательных операций окисления:

1. Нанесения хлорного окисла толщиной $d = 220 \text{ \AA}$ при $T = 950 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. Нанесения влажного окисла $d = 0,7 \text{ мкм}$ при $T = 1\ 000 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Нанесения хлорного окисла толщиной $d = 550 \text{ \AA}$ и пиролитического SiO_2 толщиной $1\ 500\text{--}1\ 200 \text{ \AA}$ и последующего отжига при $T = 900 \text{ }^\circ\text{C}$.

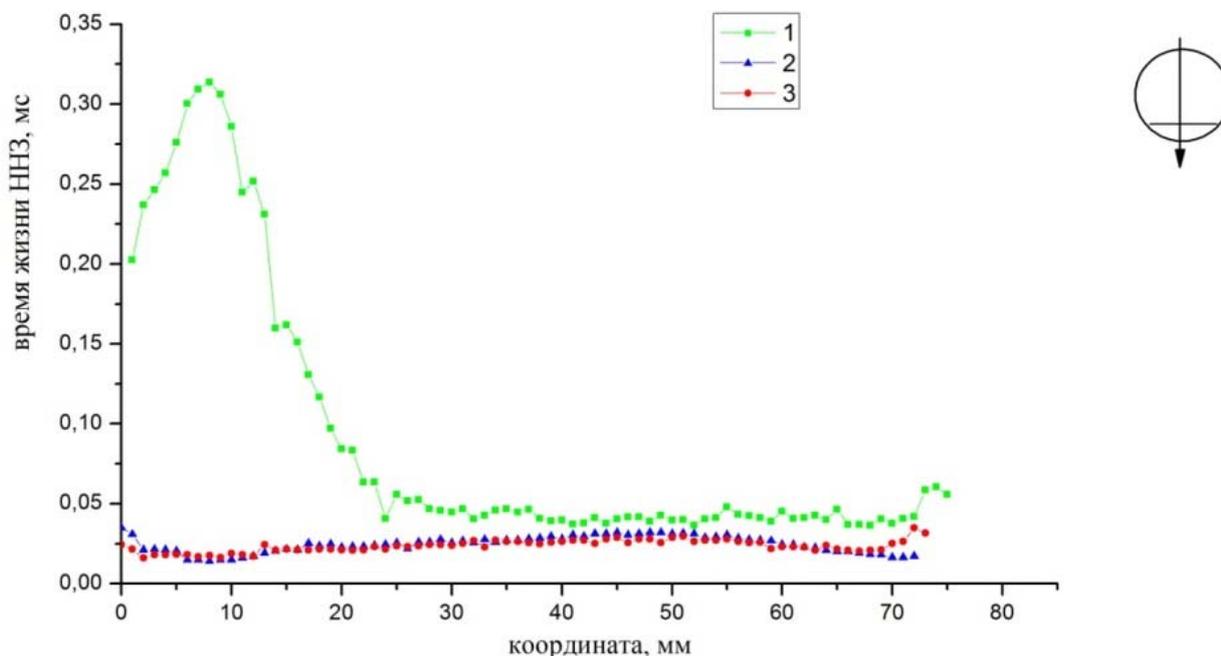


Рис. 1. Графики распределения ВЖ ННЗ по диаметру тестовой пластины кремния после различных высокотемпературных последовательных операций окисления

В результате проведенных металлографических исследований были обнаружены окислительные дефекты упаковки (ОДУ). На рисунках 2 и 3 приведены микрофотографии, характеризующие распределение данных дефектов, выявленных между первой и второй операциями окисления, указано положение исследуемых участков на поверхности пластины. Наблюдается корреляция величины времени жизни ННЗ с плотностью дефектов упаковки. Плотность ОДУ в области 1 составляет 10^5 см^{-2} при времени жизни ННЗ $\approx 300 \text{ мкс}$, и 10^6 см^{-2} при $\tau \approx 50 \text{ мкс}$ в области 2. После следующих этапов окисления плотность дефектов превысила 10^6 см^{-2} , что привело к падению величины τ до минимальных значений, соответствующих пределу чувствительности измерительного оборудования.

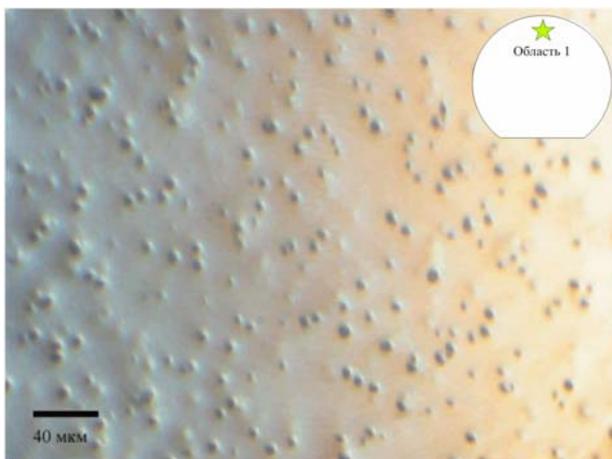


Рис. 2. Микрофотография поверхности тестовой пластины в области 1 после первой процедуры окисления

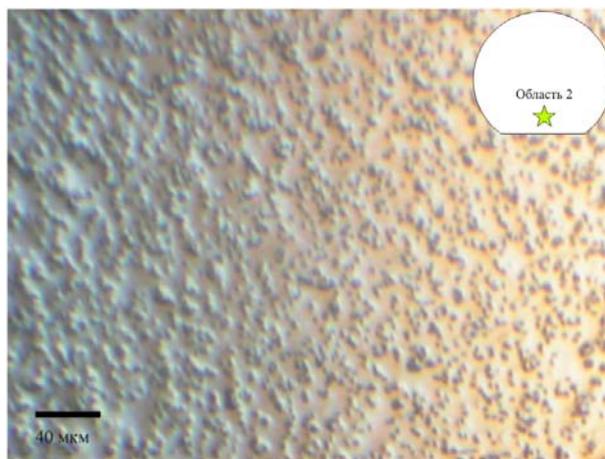


Рис. 3. Микрофотография поверхности тестовой пластины в области 2 после первой процедуры окисления

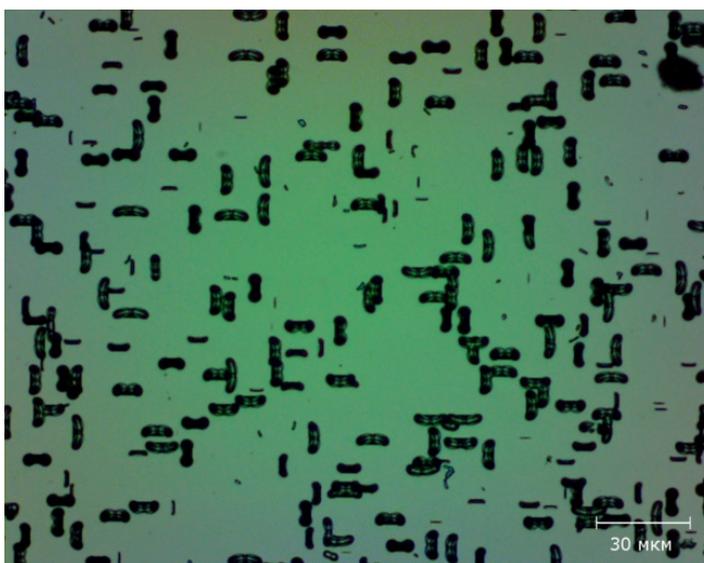


Рис. 4. Микрофотография поверхности исследуемой пластины с СЭ

Микрофотография поверхности одного из готовых СЭ после химической обработки в селективном травителе представлена на рис. 4. Видны ямки травления в виде коротких взаимно перпендикулярных полос, что характерно для окислительных дефектов упаковки на [100] пластинах кремния [2; 3].

Библиографические ссылки

1. Вайтузин О. П., Кузовников А. А. Изучение микроструктуры металлов методом компьютерной оптической микроскопии / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2006. 99 с.
2. Рейви К. Дефекты и примеси в полупроводниковом кремнии / пер. с англ. М. : Мир, 1984. 475 с.
3. Growth parameters on the defects formation in a grown silicon crystal / Young K. Kim, Tae S. Ha, J. K. Yoon // J. of materials science 33. 1998. 4627–4632 p.

© Масюгин А. Н., 2015

УДК 539.25

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ МОРФОЛОГИИ
ПОВЕРХНОСТИ СТРУКТУР GeSi С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕЙ
ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

В. А. Силантьева
Научный руководитель – Г. А. Александрова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: silavika1993@mail.ru

С помощью атомно-силовой микроскопии проведен анализ состояния поверхности структур GeSi в 2013 и 2015 гг., измерены шероховатость и параметры наблюдаемых структур. Исследована динамика изменения рельефа поверхности за период 2013–2015 гг.

Ключевые слова: атомно-силовая микроскопия, топография, структуры GeSi.

**INVESTIGATION OF THE CHANGES OF MORPHOLOGY GeSi SURFACE
STRUCTURES IN TIME BY ATOMIC FORCE MICROSCOPY**

V. A. Silanteva
Scientific supervisor – G. A. Alexandrova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: silavika1993@mail.ru

In this paper analysis of GeSi surface structures in 2013 and 2015 years was performed by using atomic force microscopy, roughness and the parameters of the observed structures were measured. Dynamics of changes of the surface topography was investigated for the period 2013–2015.

Keywords: atomic force microscopy, topography, GeSi structures.

Гетероструктуры GeSi на основе двух элементарных полупроводников становятся важным элементом современной микроэлектроники. В свою очередь, появление новых материалов и твердотельных структур требуют выработки новых модельных представлений о поведении в них дефектов и построения теории формирования их физико-механических свойств. Также очень важны знания о процессах, происходящих на поверхности используемых материалов с течением времени, так как они могут негативно отразиться на работе всего устройства в целом. Можно сказать, что экспериментальные и теоретические исследования атомной структуры, свойств и поведения дефектов: дислокаций, точечных дефектов, включений и границ раздела во многом подготовили происходящий сейчас прорыв в области развития высоких технологий, в том числе и в космической отрасли.

Целью данной работы является исследование динамики изменения поверхности структур GeSi методом сканирующей атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Образцы для исследований представляли собой кремневую подложку, на которую производилось осаждение буферного слоя кремния толщиной 150 нм. Затем на него осаждался твердый раствор $Ge_{0,3}Si_{0,7}$ толщиной при температуре 300 °С. Толщина этого слоя для разных образцов составляла 10, 30, 50, 100 Å. Последним слоем осаждали твердый раствор $Ge_{0,3}Si_{0,7}$ толщиной 0,5 мкм при температуре 500 °С.

Далее образцы подверглись химической обработке, и потом было проведено исследование морфологии поверхности. Исследование проводилось на атомно-силовом микроскопе NTEGRA Auga. Сканирующая зондовая нанолaborатория NTEGRA Auga – уникальная исследовательская платформа, разработанная для проведения комплексных экспериментов, включающих широкий спектр методов сканирующей зондовой микроскопии.

Были получены АСМ-изображения поверхности описанных образцов, проведен качественный анализ морфологии образцов в зависимости от толщины твердого раствора $\text{Ge}_{0,3}\text{Si}_{0,7}$, проведено сравнение результатов с результатами, полученными для этих же образцов в 2013 году.

Показано, что на поверхности всех образцов присутствуют небольшие по площади углубления. Вероятнее всего, наблюдаемые ямки являются пронизывающими дислокациями.

Установлено, что в измерениях 2013 и 2015 гг. с увеличением толщины подслоя твердого раствора $\text{Ge}_{0,3}\text{Si}_{0,7}$ количество ямок на поверхности, их радиус, глубина и степень заполнения уменьшаются, уменьшается и шероховатость поверхности. В то время как за период 2013–2015 гг. шероховатость для каждого образца практически не изменилась. Также было отмечено, что для всех образцов, кроме образца с толщиной подслоя 10 Å, глубина ямок и их радиус со временем уменьшились.

Библиографические ссылки

1. Гуткин М. Ю., Овидько И. А. Дефекты и механизмы пластичности наноструктурных и некристаллических материалах. СПб. : Янус, 2000.
2. Александрова Г. А., Пьяновская Е. П. Сканирующая зондовая микроскопия в анализе поверхности твердых тел : учеб. пособие / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. 84 с.
3. Мошников В. А., Спивак Ю. М. Атомно-силовая микроскопия для нанотехнологии и диагностики : учеб. пособие. СПб. : Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. 80 с.

© Силантьева В. А., 2015

УДК 623-04

К ВОПРОСУ О СОЕДИНЕНИИ КОЛЬЦЕВОЙ ЗАГОТОВКИ НА КОРПУСЕ

М. С. Хребтова

Научный руководитель – К. Е. Милевский

Новосибирский государственный технический университет
Российская Федерация, 630073, г. Новосибирск, просп. К. Маркса, 20
E-mail: maria.khrebtova@yandex.ru

Рассмотрены процессы, протекающие во время соединения кольцевой заготовки на корпусе сваркой взрывом и выведены зависимости для оценки вида плоскости соединения и температур в материалах, прилегающих к плоскости соединения.

Ключевые слова: сварка взрывом, метаемые устройства, ведущие узлы, сварное соединение.

THE INSTALLATION OF ANNULAR WORKPIECE ON MISSILE DEVICE WITH EXPLOSION WELDING

M. S. Hrebtova

Scientific supervisor – K. E. Milevsky

Novosibirsk State Technical University
20, K. Marksa Av., Novosibirsk, 630073, Russian Federation
E-mail: maria.khrebtova@yandex.ru

The reviewing of explosion welding and it's special processes during installation of annular workpiece on missile device. Received dependences can be used for estimation of welding and welded surface's features.

Keywords: explosion welding, missile devices, annular workpieces, welded surfaces.

Одним из важных элементов метаемого устройства, обеспечивающих дальность и правильность полета, является ведущий узел [1]. Способ установки ведущего узла сваркой взрывом обеспечивает прочное соединение пары «медь – сталь», обладающее рядом специфических характеристик. Процесс установки ведущего узла на корпус метаемого устройства сваркой взрывом заключается в следующем: на заранее подготовленном корпусе под углом $\alpha = 3-10$ фиксируется медная кольцевая заготовка, которую разгоняют взрывчатым веществом (далее – ВВ). При высокоскоростном соударении кольцевой заготовки и корпуса происходит деформация их приповерхностных слоёв, ведущая к образованию соединения.

Соединение формируется в две стадии [2; 3] На первой, в момент образования контакта происходит сближение атомов соединяемых материалов, а также их незначительное химическое взаимодействие. Вторая стадия заключается в возникновении контактных поверхностей с образованием активных центров, в результате чего обеспечивается сцепление металлов. Решающую роль играет пластическая деформация приповерхностных слоёв металлов в зоне шва, которая распределена по толщине свариваемых заготовок и достигает максимума вблизи плоскости соединения [4]. Ударно-волновая нагрузка обеспечивает волнообразный профиль соединения, что увеличивает поверхность контакта. Высокая скорость сварки объясняет отсутствие диффузии материалов. Эта особенность позволяет получать соединения металлов, которые при других способах скрепления оставались бы непригодными к использованию. Для осуществления качественного соединения важным условием являются хорошо зачищенные свариваемые поверхности.

Существует большое количество теорий, объясняющих волнообразный характер сварного соединения [5], однако, несмотря на большое количество физических и математических моделей волнообразования и на различные подходы авторов к трактовке полученных экспериментальных результатов, механизм этого явления до конца не изучен. Единой общепризнанной теории волнообразования не создано.

Для проведения эксперимента авторами данной статьи была выбрана пара «сталь – медь» (рис. 1, а). Как видно по рисунку, соединение имеет чётко выраженный волнообразный характер. Можно предположить, что данный вид обусловлен тем, что сам процесс метания происходит сегментарно (рис. 1, б). Рассмотрим движение отдельного элемента (рис. 1, б). Под действием ударной волны ВВ, он падает на основание 2 и происходит абсолютно неупругий удар с выделением большого количества энергии, которая идёт на нагревание сталкивающихся поверхностей. Так как нагрев происходит до высоких температур, приповерхностные слои материала переходят в жидкое состояние, образуя волнообразное соединение. Допустим, минимальная масса двумерного метаемого сегмента определяется по следующей формуле:

$$dm = \rho \cdot dl \cdot h,$$

где ρ – плотность материала; dl – длина сегмента; h – толщина метаемой пластины.

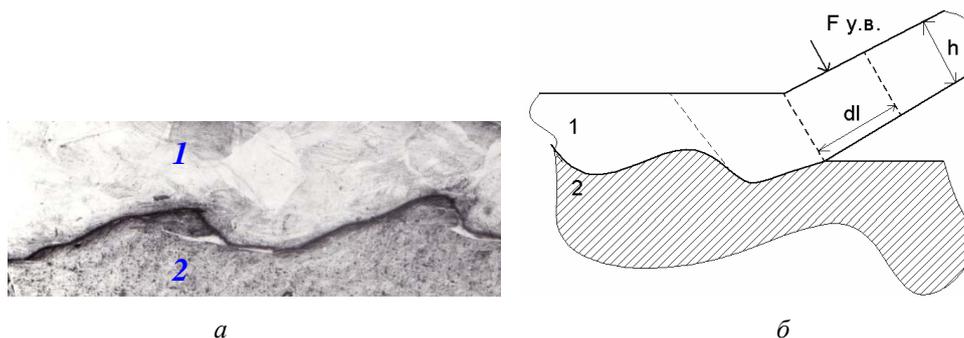


Рис. 1. Соединение при сварке взрывом
а – фотография при увеличении в 50 раз; б – схема ступенчатого процесса;
1 – медь; 2 – сталь

Определим выражения для расчета длины сегмента dl . По теореме Карно, выразим энергию, полученную при абсолютно неупругом соударении двух тел.

$$Q = \Delta E + A,$$

считая систему замкнутой, работа $A = 0$, а кинетическая энергия выражается как

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{(dm + M)u_{\text{общ}}^2}{2} - \frac{dm \cdot u^2}{2} = \frac{M \cdot dm}{M + dm} \cdot \frac{u^2}{2},$$

где u – скорость метания пластины, M – масса основания, $u_{\text{общ}}$ – скорость тел после соударения. Используя полученные выше соотношения, получаем:

$$dm = \frac{2QM}{Mu^2 - 2Q}, \quad dl = \frac{dm}{\rho \cdot h} = \frac{2QM}{\rho \cdot h \cdot (Mu^2 - 2Q)}.$$

Данные зависимости устанавливаются между параметрами минимального метаемого сегмента и характеристиками свариваемых материалов и выделяющейся в ходе соударения энергии Q . На основе полученных формул можно прогнозировать, как будет выглядеть сварное соединение, а также, зная распределение температур, определять, какую структуру имеют материалы, прилегающие к соединению. Используя экспериментальные данные, проверим выведенные формулы. Если считать, что скорость метания пластины $u = 1500$ м/с, масса сегмента толщиной $a = 1$ см, $dm = \rho \cdot dl \cdot h \cdot a = 8,92 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 0,144 \text{ см} \cdot 0,3 \text{ см} \cdot 1 \text{ см} = 0,3853$ г, погонную массу соответствующего участка основания $M = \rho \cdot dl \cdot h \cdot a = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 0,144 \text{ см} \cdot 1,9 \text{ см} \cdot 1 \text{ см} = 2,1341 \frac{\text{г}}{\text{см}}$, то энергия, выделившаяся при соударении:

$$Q = \frac{M \cdot dm}{M + dm} \cdot \frac{u^2}{2} \approx 367,207 \text{ кДж}.$$

Полученная энергия распределяется между метаемой кольцевой заготовкой и основанием, вызывая нагрев прилегающих к поверхности областей. Рассмотрим задачу о теплопроводности заготовки и основания, чтобы определить, какие температуры можно получить в области контакта. Количество переданного тепла теплопроводностью через плоскую стенку можно рассчитать по уравнению

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{cm1} - t_{cm2}) \cdot F \cdot \tau,$$

где λ – коэффициент теплопроводности материала стенки; δ – толщина стенки; $t_{cm1} - t_{cm2}$ – разность температур поверхностей стенки; F – площадь поверхности стенки; τ – время. На рис. 2 показана схема для решения задачи о теплопроводности стенки. Температура на внешних границах пластин считалась равной 25 °С, коэффициенты теплопроводности меди и стали брались как $\lambda_{\text{меди}} = 380$ Вт/м · К, $\lambda_{\text{стали}} = 47$ Вт/м · К, площадь поверхности соприкосновения сегментов равна 0,144 см².

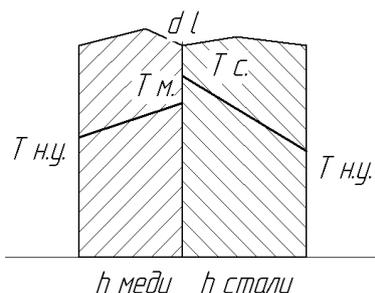


Рис. 2. Схема поверхности контакта

Для нашего случая: $T_{\text{меди}} = 2107$ К, $T_{\text{стали}} = 11750$ К. Данные значения получены для начального периода времени, без учёта оттока тепла вглубь материала.

В реальном процессе энергия распределяется между поверхностями меди и стали в зависимости от их теплопроводности и формы поверхности соприкосновения, однако приведенная выше оценка результата не противоречит действительности и подтверждает, что выведенные формулы можно использовать для прогнозирования вида сварного соединения.

Библиографические ссылки

1. Гуськов А. В., Ивания С. П., Милевский К. Е., Слесарева Е. Ю. Анализ существующих конструкций ведущего пояска снарядов // Вестник Акад. военных наук. 2012, вып. 2(39), С. 152–159.
2. Локтюшин В. А., Арисова В. Н. Некоторые физические процессы, протекающие при сварке взрывом двух металлических пластин // Изв. Волгоград. гос. техн. ун-та. 2007, вып. № 5. С. 37–39.
3. Гуськов А. В., Драньков Н. О., Милевский К. Е. Исследование влияния способа обработки на механические характеристики и микроструктуру материала марки М1 // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. 2012. № 4(57). С. 56–62ю
4. Букатников П. А., Гуськов А. В., Милевский К. Е., Оголихин В. М. Механизм упрочения области контакта при сварке взрывом // Наука. Промышленность. Оборона : тр. XV Всерос. науч.-техн. конф. (г. Новосибирск, 23–25 апреля 2014 г.). С. 117–120.
5. Дерибас А. А. Физика упрочнения и сварки взрывом. Новосибирск : Наука, 1981.

© Хребтова М. С., 2015

УДК 539.12.04

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА ЭЛЕКТРОНОВ В ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛАХ

Е. Я. Чесноков, В. С. Задонская
Научный руководитель – С. В. Телегин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: egor.chesnokov.93@mail.ru

Разработан метод определения длины свободного пробега электронов в порошковых материалах. Описаны основные этапы использования предложенного метода. Проведена оценка точности данного метода.

Ключевые слова: длина свободного пробега, порошковый материал, бета-излучение, никелевый порошок.

THE METHOD OF DETERMINING THE MEAN FREE PATH OF ELECTRONS IN THE POWDERED MATERIALS

E. Ja. Chesnokov, V. S. Zadonskaya
Scientific supervisor – S. V. Telegin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: egor.chesnokov.93@mail.ru

A method for determining the mean free path of electrons in powder materials. Describes the main stages of the proposed method. The accuracy of this method.

Keywords: the mean free path, powder material, beta radiation, Nickel powder.

Для изготовления защитных элементов из композиционных материалов, широко используются порошковые сложного химического состава. Точность расчетов с помощью эмпирических формул для определения длины свободного пробега (ДСП) электрона, не достигает необходимых значений. В связи с чем появляется необходимость в создании методики определения ДСП электронов порошковых материалов.

За основу была взята методика, используемая в ГОСТ 13610–79 5.2.2 «Подготовка стандартных и испытываемых образцов сердечников стержневой формы» для изготовления образцов из порошкового материала с помощью лака, с последующими процессами прессования и полимеризации [1]. Данная методика позволяет получать образцы малой толщины (от 0,4 мм) и при меньших нагрузках в отличие от прессования порошков без использования лака.

Для освоения методики определения ДСП электронов в порошковых материалах был взят никелевый порошок ПТ НА 01. В связи с этим и были проведены морфологические исследования порошка.

Частицы порошка при увеличении $\times 64$ имеют неправильную осколочную форму, слипания частиц в конгломераты не наблюдалось. Определение фракционного состава проводилось с помощью набора сит. (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Фракционный состав порошка

Процентное содержание, %	Величина фракции, μm
8,8	>80
87,1	<80; >40
4,1	<40

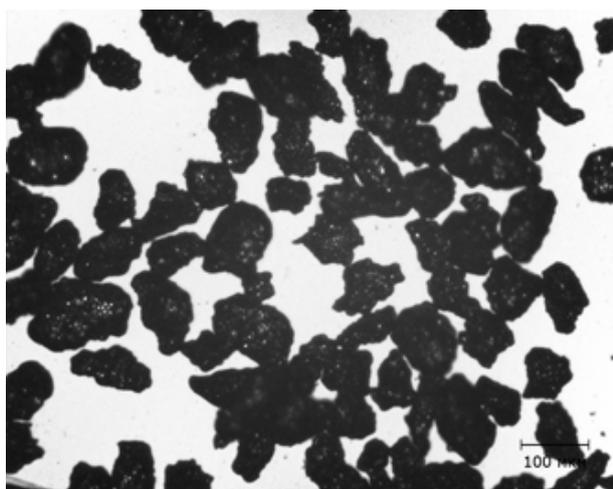


Рис. 1. Фотография частиц порошка ПТ НА 01 при увеличении $\times 64$

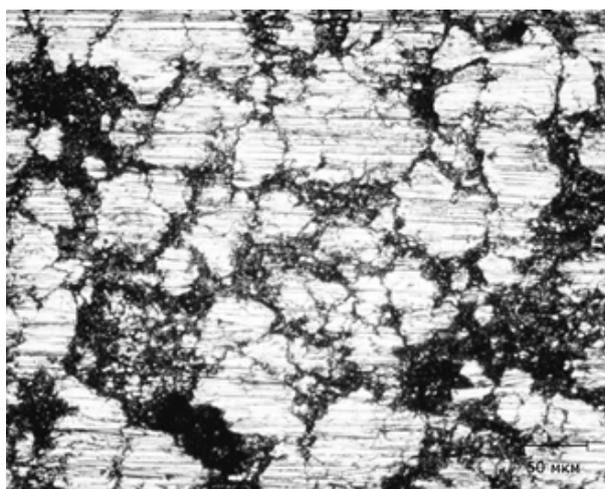


Рис. 2. Фотография шлифа образца при увеличении $\times 128$

В качестве связующего использовался лак МЛ-92, так как он входит в перечень допущенных к использованию материалов на борту КА. Содержание лака определялось экспериментально при изготовлении. 3 % весовое содержание лака дало лучший результат. При содержании 4 % избыток лака вытекал из образца во время прессования, а 2 %-содержание не давало достаточной прочности образцам. Следует отметить, что при сушке лак теряет половину своей массы.

Изготовлено три серии образцов при различном давлении: 4, 6, 8 т/см². Тонкие образцы, изготовленные при прессовании 4 т/см² отбраковывались из-за низких прочностных характеристик, и, в дальнейшем, все образцы, прессованные при данных условиях, не исследовались. Плотность упаковки образцов составляет ≈ 60 %, что определялось по рис. 2 и получено по расчету через плотности.

В качестве источника бета излучения используется излучение изотопа Sr-Y.

Для освоения методики измерений было взято простое вещество, значения ДСП которого с достаточной точностью рассчитываются эмпирическими формулами.

Чтобы оценить вклад связующего были изготовлены образцы из чистого лака. Измерения показали, что коэффициент ослабления не превышает $1,26 \pm 3$ % для толщины 0,08 см с плотностью $1,07 \div 1,18$ г/см³. Далее, изучая характеристики образцов, будет ясно, что вкладом связующего можно пренебречь, т.к. содержание лака не превышает 3 %.

Характеристики серий образцов представлены в табл. 2. Погрешности измерений интенсивности, геометрические и весовые не превышают 6, 1 и 1 % соответственно.

Таблица 2

Характеристики образцов серий

№ Образца	1	2	3	4	5	6
Толщина, см	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,14
Вес, г	0,51	0,67	0,90	1,04	1,31	1,54
Интенсивность, имп/с	1,6E + 05	1,2E + 05	6,5E + 04	3,5E + 04	1,4E + 04	2,6E + 03
Коэффициент ослабления	1,74E + 00	2,40E + 00	4,41E + 00	8,21E + 00	2,07E + 01	1,12E + 02
№ Образца	5*	7	8	7*	9	10
Толщина, см	0,15	0,16	0,18	0,17	0,22	0,24
Вес, г	1,66	1,94	2,04	2,17	2,60	2,88
Интенсивность, имп/с	1,2E + 03	9,1E + 02	6,5E + 02	6,0E + 02	3,5E + 02	3,6E + 02
Коэффициент ослабления	2,30E + 02	3,14E + 02	4,42E + 02	4,77E + 02	8,25E + 02	7,96E + 02

* Серия при нагрузке прессования 8т/см².

Интенсивность источника $N_{ист} = 2,7E + 05$ имп/с.

Исследовав зависимость интенсивности от толщины (рис. 3), было получено значение экстраполированного пробега электрона [2] в образце $R_{экс} = 0,25 \pm 0,03$ см. Учитывая, что плотность упаковки порошка в материале составляет 60 %, можно утверждать, что данное значение принадлежит

области доверительного интервала значения, рассчитанного экстраполированного пробега в монолитном барьере из никеля $R_{\text{экс}} = 0,14$ см эмпирическим путем [3].

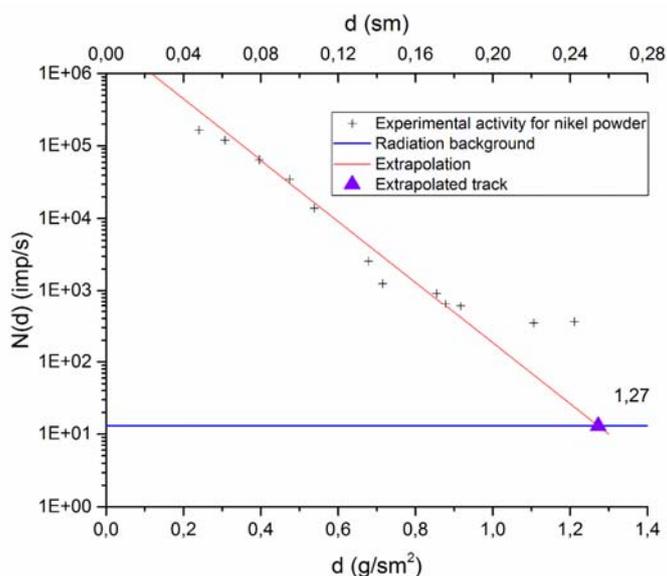


Рис. 3. Интенсивность пропускаемого излучения через образцы из никелевого порошка толщиной d

С помощью разработанной методики определения ДСП электрона в порошковых материалах с достаточной точностью (12 %) был рассчитан экстраполированный пробег электрона с максимальной энергией 2,27 МэВ в никелевом порошке ПТ НА 01.

Данную методику можно использовать для изучения компонентов, входящих в состав композиционных защитных конструкций.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 13610–79. Железо карбонильное радиотехническое. Технические условия. Взамен ГОСТ 13610–68; Введ. 01.01.1980. М. : Изд-во стандартов, 1984. 17 с.
2. Беспалов В. И. Лекции по радиационной защите : учеб. пособие. 4-е изд., расширенное. Томск : Изд-во Томск. политех. ун-та, 2012. 508 с.
3. Машкович В. П., Кудрявцева А. В. Защита от ионизирующих излучений : справочник. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Электроатомиздат, 1995. 496 с.

© Чесноков Е. Я., Задонская В. С., 2015

УДК 548.534

REFLECTION AND REFRACTION OF ELASTIC WAVES ON BOUNDARY CONDITIONS OF PIEZOELECTRIC CRYSTALS AT INFLUENCE OF MONOAXIAL MECHANICAL PRESSURE

O. N. Shpilkina
Scientific supervisor – O. P. Zolotova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: olya.shpilkina@mail.ru

On the example of crystals “germanat bismuth / melted quartz” considered cavity vectors of a refraction and amplitude coefficients of the reflected waves in $Bi_{12}GeO_{20}$ crystal in the plane of falling (010) for cases of waves falling like QL represented by the application of monoaxial pressure of $P \parallel [100]$.

Ключевые слова: elastic waves, cavity refraction vectors.

ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОДНООСНОГО МЕХАНИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

О. Н. Шпилькина
Научный руководитель – О. П. Золотова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: olya.shpilkina@mail.ru

На примере кристаллов «германат висмута/плавленый кварц» рассмотрены полости векторов рефракции и амплитудные коэффициенты отраженных волн в кристалле $Bi_{12}GeO_{20}$ в плоскости падения (010) для случаев падения волн типа QL при приложении одноосного давления $P \parallel [100]$.

Ключевые слова: упругие волны, полости векторов рефракции.

This work is devoted to theoretical studying of reflection and refraction of elastic waves on boundary conditions of two various crystal environments. Distribution of signals in acoustic wave guides, resonators, lines of a delay are based on this physical principle. Compound structures of the SHF range can serve as the frequency setting components for generators in many modern communication systems, navigation, monitoring of environment, household electronic appliances, in mobile communication and the medical equipment. It is explained by a combination of highly stable properties of perfect crystal structure with a possibility of transformation due to piezoelectric effect of mechanical oscillations into electric ones and vice versa. For acoustoelectronic devices working in short-wave part of VHF range of wave lengths it is more preferable to use the volume acoustic waves (VAW).

The theory of reflection and refraction of the volume acoustic waves (VAW) on boundary conditions of two crystal environments is in details considered in works [1; 2] which results were used for creation of a number of acoustoelectronics devices, in particular, ultrasonic lines of a signal delay. In [3] influence of monoaxial mechanical tension P on distribution of the superficial acoustic waves (SAW) in piezoelectric crystals is considered.

For small amplitude waves at the uniform mechanical pressure upon a piezocrystal the equation of the movement, an electrostatics equation and a condition equation of the piezoelectric environment are:

$$\rho_0 \ddot{U}_A = \tilde{\tau}_{AB,B} + \tilde{U}_{A,PQ} \tilde{\tau}_{PQ}, \quad \tilde{D}_{MM} = 0,$$

$$\tilde{\tau}_{AB} C_{ABCD}^* \tilde{\eta}_{CD} - e_{MAB}^* \tilde{E}_M, \quad \tilde{D}_M \varepsilon_{MN}^* \tilde{E}_N + e_{MAB}^* \tilde{\eta}_{AB}.$$

For determination of amplitude coefficients of the reflected and refracted waves it is necessary to proceed from boundary conditions.

Figure 1 shows the cavity vectors of a refraction (dependence of the return values of a wave speed on a angle on boundary conditions) when a wave falling from a germanat of bismuth on boundary conditions “germanat bismuth / melted quartz”.

In drawing of 1 figures it is pointed: 1) the falling wave; 2) reflected in a germanata: a) QL (below at the left), b) QFS (below at the left), c) QSS (below at the left), 3) refracted in melted quartz: a) QL (at the upper left), b) SS (at the upper left).

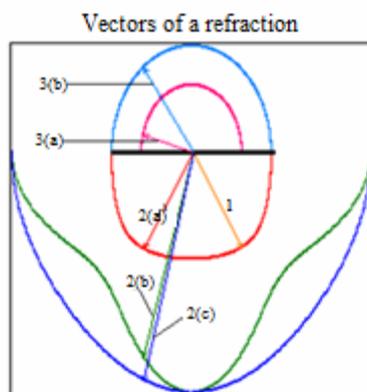


Fig. 1. Cavities vectors of a refraction when a wave falling from a germanat of bismuth on limit of the section “germanat bismuth / melted quartz”

In fig. 2 there are amplitude coefficients of the reflected waves in $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ crystal in the plane of falling (010) for cases of waves falling like QL represented by the application of monoaxial pressure of $P \parallel [100]$.

The falling of a longitudinal wave in this case makes, besides quasilongitudinal, weak reflection of a slow shift wave.

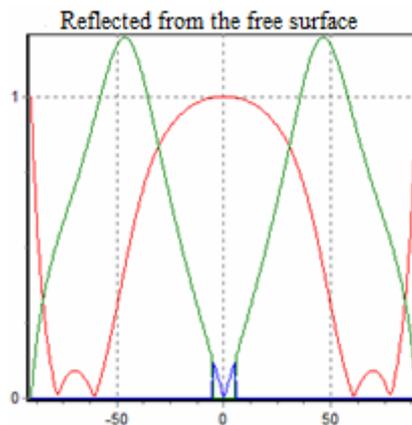


Fig. 2. Amplitude coefficients of OAV reflection from border the section “germanat bismuth / vacuum” for a germanat bismuth in the plane falling (010) when a wave falling is Qlpri $P \parallel [100]$

The appendix of external influences lowers initial symmetry of a crystal and changes boundary conditions that leads to a reflected waves change of coefficients.

References

1. Aleksandrov K. S. Acoustic crystallography // Problems of modern crystallography. 1975. P. 327–345.
2. Burkov S. I., Sorokin B. P., Karpovich A. A., Aleksandrov K. S. The influence of static homogeneous fields on the properties of SAW in piezoelectric // Ferroelectrics Letters. 1992. Vol. 14. № 5/6. P. 99–113.
3. Fedorov F. I. The theory of elastic waves in crystals. 1965. P. 388.

УДК 539.3

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ РАЗРУШЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПО ПРИЧИНЕ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ**

Е. О. Бабинова
Научный руководитель – Т. Т. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yarsk2_tira@mail.ru

Приведен краткий обзор современного состояния исследований разрушения деталей машин по причине малоциклового усталости, рассмотрены различные методы исследования: экспериментальные, математические, расчетно-модельные.

Ключевые слова: малоцикловая усталость, исследования, материалы, нагружение.

**CURRENT STATUS OF RESEARCH OF DESTRUCTION OF MACHINE
PARTS DUE LOW-CYCLE FATIGUE**

E. O. Babinova
Scientific supervisor – T. T. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yarsk2_tira@mail.ru

There is the article about a brief overview of the current state of research on failure of machine parts due to low cycle fatigue, considered various methods of research: experimental, mathematical, calculation-modeling.

Keywords: low cycle fatigue, research, materials, loading.

Важной задачей в машиностроении, наряду с экономичностью, является долговечность и надежность деталей, узлов, конструкций и т. д. Одно из возможных решений этой задачи – повышение прочности. В условиях динамических нагрузок деталей прочность играет важную роль, но она может быть снижена из-за усталости материала. Поэтому повышение усталостной прочности поможет увеличить долговечность и надежность.

Разрушение материалов до $5 \cdot 10^4$ – 10^5 циклов при номинальных напряжениях, равных и превышающих предел текучести, называется малоциклового усталостью [1]. Малоцикловая усталость более опасна, чем многоцикловая, так как пластические деформации, появляющиеся в зоне излома, распространены по гораздо большему объему материала. Что делает меры по увеличению сопротивления этому виду усталости востребованными. Существует ряд стандартных испытаний на малоцикловую усталость, которые описаны в ГОСТе 25.505–85. Испытания проводятся на растяжение-сжатие образца в температурных условиях, максимально приближенных к эксплуатационным. Применяются два цикла нагружения – мягкий и жесткий, последний из которых применяется чаще. Испытания проводятся до появления поверхностных трещин составляющих 5–10 % от диаметра испытываемого образца. В ходе испытаний строят кривые усталости по изучаемым параметрам, а в результате обработки построенных кривых определяют сопротивляемость материала усталости [2].

Все исследования разрушения деталей машин по причине малоциклового усталости нацелены на изучение нескольких обширных вопросов, по причастности к которым их можно разделить. Одна

большая группа исследований направлена на изучение механизма накопления малоциклового усталости и составление его математического описания, другая – на изучение свойств материалов (сопротивления малоциклового усталости) а также вычисления предела малоциклового усталости и построения закономерностей малоциклового деформирования, третья – разработка способов и методик экспериментов, а также компьютерного моделирования для оценки материалов и влияния эксплуатационных условий на долговечность деталей, в некоторых случаях группы могут быть частично объединены.

К первой группе можно отнести работу В. А. Жукова под названием «Критерий малоциклового разрушения», в которой автор представил метод подбора материала для конструкций с помощью коэффициента подобия. Точность выведенных формул, с помощью которых можно получить критерий, для оценки сопротивления подбираемого материала, была проверена экспериментальным путем, с помощью построения кривых усталости [3].

Влияние малоциклового усталости на детали машин можно также установить расчетно-экспериментальным методом, основанным на компьютерном моделировании разрушительных процессов, например влияние эксплуатационных условий на долговечность. Результаты применения такого метода – кривые усталости и многочисленные графики, например зависимость изменения длины трещины при малоциклового нагружении при разных температурах. Но методика определения достаточно сложна, поэтому для получения точных параметров нужно рассматривать различные сечения [4].

Подтверждение полученных расчетных данных экспериментально также получил метод, разработанный Д. Ф. Симбирским и А. А. Брунаком. Они изучали влияние выдержек на сопротивление материала малоциклового усталости. Они получили нелинейное уравнение суммирования, при решении которого возможно определить долговечность при разной продолжительности выдержки. Для разработки математического метода использованы закономерности повторно-статического нагружения [5].

Математические расчетные параметры можно получить не только из эмпирических формул, описывающих поведение материала при малоциклового нагружении, например можно ввести простой деформационный параметр – приведенный размах деформаций, что было сделано М. В. Бродием, и построить корреляционную зависимость приведенного размаха и долговечности, которая в большинстве случаев этого исследования является линейной функцией. Также результаты одноосного деформирования могут быть применимы к двuosному, так как экспериментальные точки принадлежат одной кривой [6].

Ко второй группе вопросов можно отнести работу В. С. Жернакова, И. П. Семенова и А. Н. Ермоленко. Они сравнивали сопротивление малоциклового усталости у титанового сплава ВТ-6 и наноструктурированного чистого титана. По результатам опытов оказалось, что наноструктурированный титан сопротивляется малоциклового усталости на 20 % меньше, чем титановый сплав [7].

На сопротивление малоциклового усталости влияет внутреннее строение материала. В работе О. А. Базылевой, М. С. Беляева, Е. М. Висик, Н. Ф. Швановой представлены опыты, описывающие изменения предела малоциклового усталости для различных кристаллографических ориентаций (КГО) при различной температуре. Выяснено, что предел для каждой КГО изменяется по-разному, и выяснено, что литейный дефект выходящий на поверхность порождает разрушение при малоциклового нагружении [8]. Поэтому, важно чтобы поверхность была без дефектов, что доказывают исследования группы ученых, которые изучали влияние структурированного поверхностного слоя на циклическую долговечность легких сплавов. И пришли к выводу, что «формирование наноструктурированных поверхностных слоев приводит к повышению пределов усталости исследованных сплавов в малоциклового области на 10–15 % по сравнению с материалом в состоянии поставки» [9].

Современные исследования разрушения деталей машин по причине малоциклового усталости многообразны. Они включают в себя как разработку математических методов описания, создание моделей, выяснение причин разрушения и способы его предотвращения, а также методы повышения предела малоциклового усталости, многие из которых, широко применяются и в настоящее время.

В будущем, при достаточном изучении данной проблемы, будет возможно обобщить все полученные данные и успешно применять их на практике, существенно повысив долговечность и надежность деталей и машин, а также увеличить экономичность и организовать правильное и рациональное использование материалов и изделий.

Библиографические ссылки

1. Подскребко М. Д. Сопротивление материалов : учебник. Минск : Вышш. шк., 2007. 797с.: ил.
2. ГОСТ 25.505–85. Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытаний на малоцикловую усталость при термомеханическом нагружении [Электронный ресурс]. URL: <http://www.complexdoc.ru/> (дата обращения: 15.12.14).
3. Жуков В. А. Критерий малоциклового разрушения [Электронный ресурс]. URL: http://www.mmf.spbstu.ru/konf_2011/31.pdf (дата обращения: 15.12.14).
4. Милешкин М. Б., Библик И. В. Оценка влияния эксплуатационных условий нагружения на долговечность лопаток ГТД // *Авиационно-космическая техника и технология*. 2009. № 10 (67).
5. Симбирский Д. Ф., Брунак А. А. Модельные исследования влияния выдержек в цикле на сопротивление материала малоцикловой усталости с использованием закономерностей повторно-статического нагружения // *Авиационно-космическая техника и технология*. 2013. № 9 (106).
6. Бродий М. В. Анализ экспериментальных данных малоцикловой усталости при непропорциональном деформировании // *Проблемы прочности*. 2000. № 1.
7. Жернаков В. С., Семенова И. П., Ермоленко А. Н. Влияние напряженно-деформированного состояния деталей из объемных наноматериалов на усталостную прочность // *Вестник УГАТАУ*. 2009. Т. 12. № 2(31).
8. Влияние кристаллографической ориентации отливок из сплава типа ВКНА на сопротивление малоцикловой усталости / О. А. Базылева, М. С. Беляев, Е. М. Висик, Н. Ф. Шванова // *Литейное производство*. 2012. № 6.
9. Влияние структурированного поверхностного слоя на циклическую долговечность легких сплавов / В. А. Скрипняк, Е. Г. Скрипняк, А. А. Козулин, В. В. Скрипняк // *Изв. высш. учеб. заведений*. 2012. Т. 55, № 9/3.

© Бабинова Е. О., 2015

УДК 621.05

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСМИССИИ*

Е. С. Дорофеева
Научный руководитель – А. В. Стручков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: str-alex-v@mail.ru

Представлено обоснование необходимости исследования демпфирующих свойств элементов трансмиссии, как составляющей динамической нагруженности трансмиссии. Предлагается одно из онструктивных решений вспомогательного устройства для исследования свободных колебаний элементов трансмиссии и определения их демпфирующих свойств.

Ключевые слова: свободные колебания, динамическая нагруженность, трансмиссия, демпфирующие свойства, логарифмический декремент затухания.

DEVICE FOR DETERMINING DAMPING PROPERTIES OF TRANSMISSION ELEMENTS

E. S. Dorofeeva
Scientific supervisor – A. V. Struchkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: str-alex-v@mail.ru

The report provided a rationale for the study of damping properties of the transmission as part of dynamic response of transmission. Is one of the onstruktivnyh solutions support devices for research of free vibrations of transmission and damping properties.

Keywords: free vibration, dynamic response, transmission, damping properties, the logarithmic decrement damping.

Трансмиссия любой строительно-дорожной машины и в том числе промышленного трактора представляет собой сложную колебательную систему с большим количеством масс. Наличие многих факторов, возбуждающих колебания трансмиссионного валопровода, определяют широкий диапазон частот свободных и вынужденных колебаний в трансмиссии, что часто приводит к увеличению вероятности возникновения резонансных режимов, снижению долговечности деталей и узлов трансмиссии. Одной из основных задач при создании строительно-дорожных машин является задача эффективного снижения динамических составляющих крутильных колебаний трансмиссионных валопроводов и исключение резонансных и окolorезонансных явлений [1].

Для проведения теоретических исследований и анализа внутренней динамики строительно-дорожных машин с различными типами трансмиссий разрабатываются приведенные крутильно-колебательные динамические и математические модели трансмиссионных систем с учетом упругих и демпфирующих свойств элементов трансмиссии [2–4].

Для проверки адекватности значений коэффициентов демпфирования полученных расчетным путем и сравнения их с коэффициентами демпфирования, полученными ранее другими авторами, была поставлена задача – провести экспериментальные исследования по определению коэффициентов демпфирования на трансмиссии исследуемого трактора.

Исследования заключаются в следующем (рис. 1): на определенном участке исследуемой трансмиссии жестко фиксируется один конец валопровода, а на ведущем колесе 2 посредством специ-

* Результаты получены при выполнении госзаданий Минобразования: № 211/2014 и № 9.447.2014/к.

ального рычага 4 задается единичный крутящий момент, при котором рычаг резко отсоединяется от ведущего колеса, в результате чего исследуемый участок валопровода будет совершать затухающие свободные колебания, АЧХ которых записываются с помощи тензометрической аппаратуры.

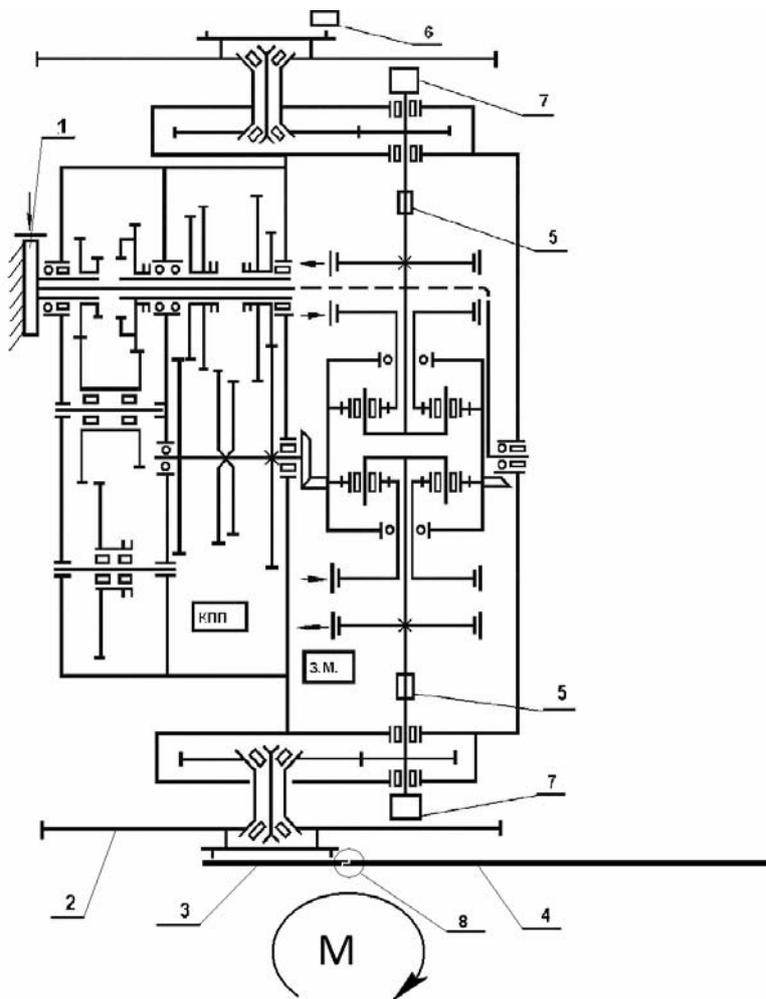


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для определения коэффициентов демпфирования

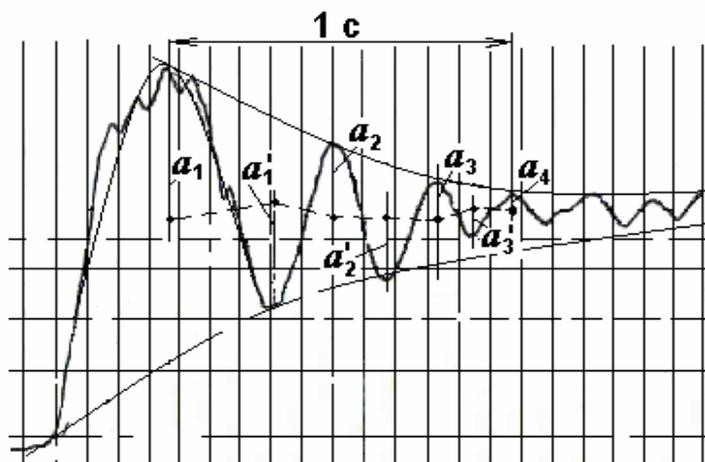


Рис. 2. Осциллограммы затухающих крутильных колебаний на левой и правой полуосях заднего моста

После обработки полученных осциллограмм (рис. 2) получают логарифмический декремент затухания (1) для исследуемой передачи и коэффициент демпфирования (2):

$$\delta = \ln \frac{a_n}{a_{n+1}}, \quad (1)$$

$$b_i = \frac{C_i}{\pi \cdot \omega_e} \ln \frac{a_n}{a_{n+1}}, \quad (2)$$

где a_n, a_{n+1} – амплитуды колебаний, отстоящие друг от друга на один период.

Для проведения экспериментальных исследований по определению демпфирующих свойств элементов трансмиссии трактора было разработано специальное устройство в виде динамического рычага, позволяющего при достижении определенного единичного крутящего момента резко отсоединять устройство от валопровода. На данное устройство планируется подать заявку на полезную модель.

Библиографические ссылки

1. Керов И. П., Янсон Р. А., Агапов А. Б. Основные тенденции развития строительных и дорожных машин // Строительные и дорожные машины : науч.-техн. и производственный журн. 2008. № 3. С. 9–16.
2. Стручков А. В. Исследование и совершенствование элементов гидромеханической трансмиссии гусеничного бульдозера. Красноярск : Изд-во СФУ, 2009. 179 с.
3. Математическое моделирование динамической нагруженности трансмиссионных систем с учетом диссипативных процессов / С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, А. В. Стручков, А. А. Климов, В. С. Кочкун // Строительные и дорожные машины : науч.-техн. и производственный журн. 2013. № 12. С. 32–37.
4. Решение математической модели динамики механической трансмиссии бульдозера с учетом диссипативных сил / А. В. Стручков, А. А. Климов, Т. Т. Ереско, В. С. Кочкун // Системы. Методы. Технологии : науч. период. журн. Братск. 2010. № 2. С. 58–65.

© Дорофеева Е. С., 2015

УДК 621.822.61

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРОСИСТЕМЫ ГИДРОПРИВОДА КОНТЕЙНЕРОВОЗА-ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ

А. С. Ереско

Научный руководитель – С. П. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: okm@mail.sibsau.ru

Рассмотрены конструктивные особенности универсального гидропривода на основе трехсекционного телескопического гидроцилиндра двухстороннего действия на примере рабочего оборудования контейнеровоза-перегрузателя на автомобильном шасси.

Ключевые слова: гидропривод, гидроцилиндр, грузоподъемный механизм, контейнеровоз-перегрузатель.

RESEARCH AND OPTIMIZATION OF THE HYDRAULIC SYSTEM CONTAINER CARRIER LOADING CRANE HYDRAULIC ACTUATOR

A. S. Eresko

Scientific supervisor – S. P. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: okm@mail.sibsau.ru

In the report design features of a universal hydraulic actuator on the basis of a three-section telescopic hydraulic cylinder of bilateral action on the example of the working equipment of the container carrier loading crane on the automobile chassis are considered.

Keywords: hydraulic actuator, hydraulic cylinder, load-lifting mechanism, container carrier loading crane.

Мобильные подъемно-транспортные машины обычно оснащены гидроприводом, имеющим ряд преимуществ по сравнению с машинами с механическим приводом рабочего оборудования. Подъемно-транспортные и строительные работы, выполняемые посредством гидравлических устройств, позволяет не только повысить производительность выполняемых работ, но и сократить применение ручного труда, а также значительно снизить стоимость выполнения этих работ. Грузоподъемные механизмы выполняются плоскорычажными, включающими в себя стрелы, рукояти грузозахватного устройства (вилы, грейферы, ковши), имеющие собственные приводы для осуществления функционирования отдельных элементов механизма. Обычно мобильные подъемно-транспортные машины предназначены для подъема и транспортировки штучных и сыпучих грузов. Главными недостатками известных грузоподъемных механизмов контейнеровозов-перегрузателей является обилие исполнительных гидроцилиндров, требующих соответствующего подключения с помощью гидромагистралей, что в целом удорожает конструкцию и снижает её надежность вследствие увеличения числа элементов конструкции и вероятности выхода их из строя [1–3].

В докладе предлагается упрощение конструкции при одновременном повышении надежности грузоподъемного механизма. Предлагаемая конструкция грузоподъемного механизма приведена на рис. 1 [4–6].

На рис. 2 приведена схема привода контейнеровоза-перегрузателя. Данная схема имеет преимущества перед схемами аналогичных машин, благодаря ряду преимуществ: сокращено количество исполнительных гидроцилиндров, соответственно уменьшено количество гидромагистралей, все

гидроцилиндры, кроме грузоподъёмных, стандартные, что позволяет значительно снизить себестоимость всей установки.

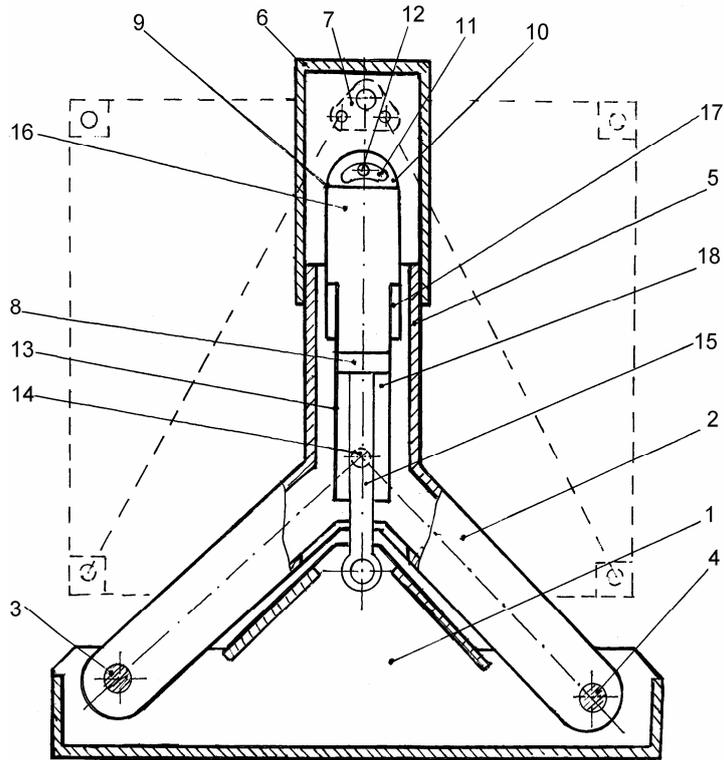


Рис. 1. Грузоподъёмный механизм контейнеровоза перегружателя

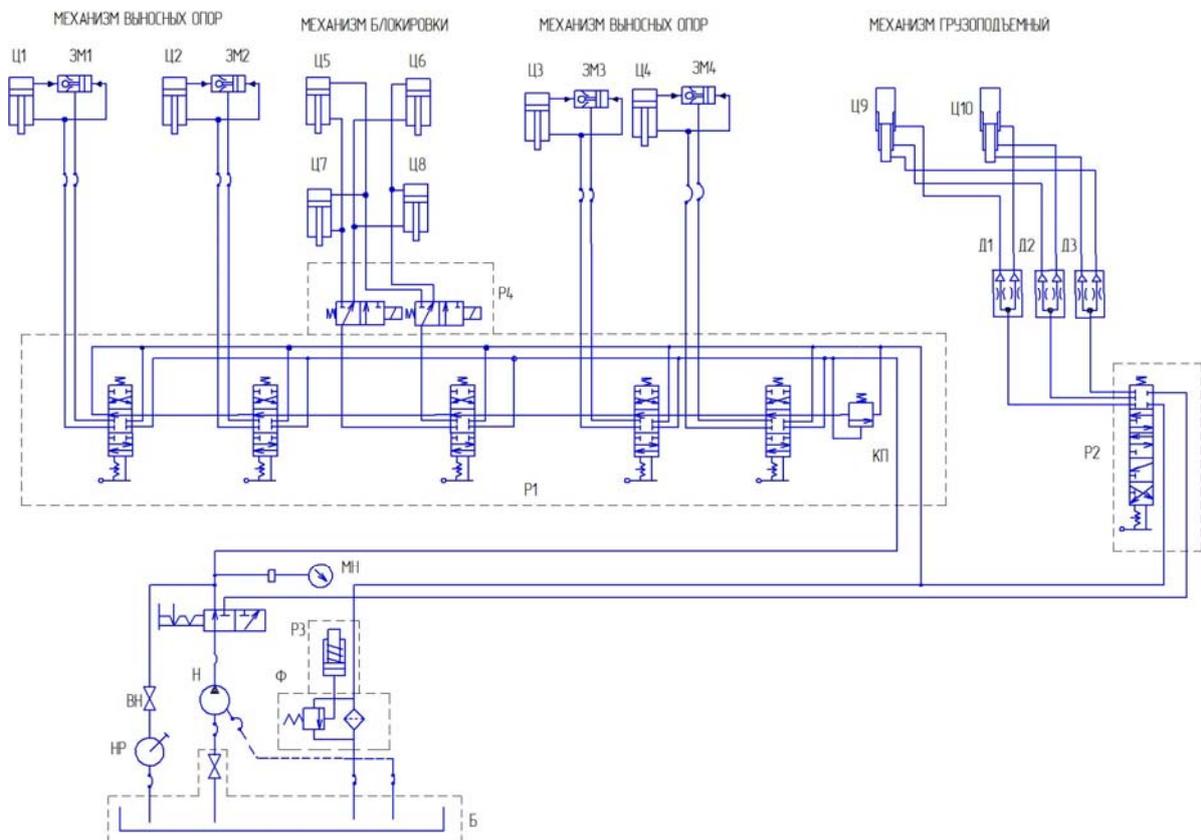


Рис. 2. Схема гидравлическая принципиальная привода контейнеровоза-перегрузателя

Библиографические ссылки

1. Погрузочно-разгрузочное устройство контейнеровоза-перегрузателя : А. с. № 1238991. Оpubл. 23.06.86 г. в БИ № 23.
2. Транспортное средство для перевозки контейнеров : А. с. № 1184711. Оpubл. 15.10.85 в БИ № 38.
3. Транспортное средство для перевозки и механизированной погрузке-выгрузке крупнотоннажных контейнеров : А. с. № 1502415.
4. Пат. РФ № 2173270 Грузоподъёмный механизм / А. С. Ереско, С. П. Ереско. 25.10.1999. Оpubл. 10.09.2001. Бюл. № 25.
5. Пат. РФ № 2195276 Фронтальный погрузчик / А. С. Ереско, С. П. Ереско и др. 25.10.2002. Оpubл. 20.09.2003. Бюл. № 26.
6. Пат РФ № 2233237 Гидросистема управления рабочим оборудованием фронтального погрузчика / А. С. Ереско, С. П. Ереско и др. 17.03.2003. Оpubл. 04.03.2004. Бюл. № 3.

© Ереско А. С., 2015

УДК 621.822.61

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРНЫХ УПЛОТНЕНИЙ¹

В. С. Ереско

Научный руководитель – Т. Т. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: okm@mail.sibsau.ru

Рассмотрен комплексный подход к разработке уникального манжетного уплотнения подвижных соединений гидроагрегатов на основе манжетного уплотнителя по ГОСТ.

Ключевые слова: угол раскрытия манжеты, гидроцилиндр, параметрическая модель, стенд для испытания уплотнений.

PARAMETERS CALCULATION AUTOMATION OF A POLYMER SEALS

V. S. Eresko

Scientific supervisor – T. T. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: okm@mail.sibsau.ru

In the report complex approach to design unique lip seal of moving joints of hydraulic units based GOST lip seal are considered.

Keywords: opening angle of the cuff, hydraulic cylinder, parametric model, seal test stand.

Нагрузки на уплотнения подвижных соединений гидроагрегатов, в зависимости от типа гидроагрегата, могут варьироваться для эффективного поддержания давления, необходимого для работы гидроагрегата. Поэтому оптимизация конструктивных параметров уплотнений гидроагрегатов является важной задачей.

В работе [1] за критерий оптимизации конструктивных параметров принято минимально необходимое контактное напряжение, обеспечивающее герметичность соединения с учётом действующего статического и гидродинамического давления уплотняемой среды. И на основе этого выведена формула оптимального угла раскрытия U-образного уплотнения:

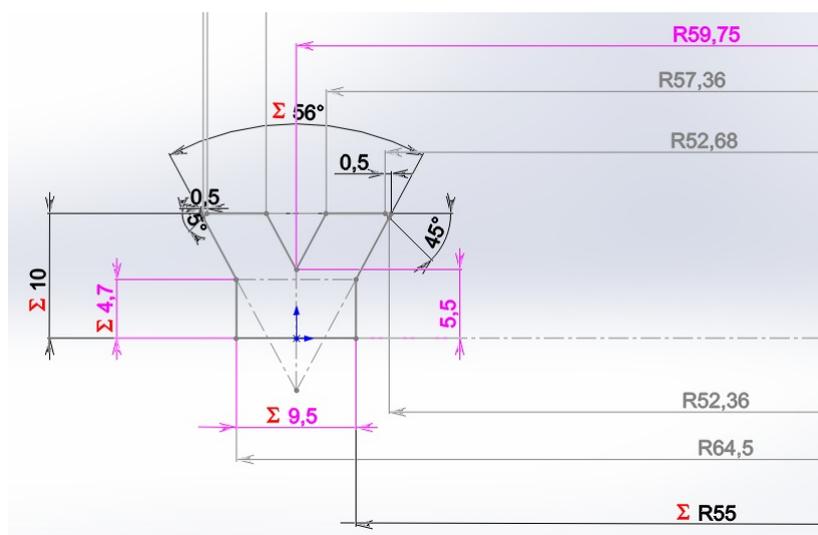
$$\alpha \leq 2 \arctg \left(\frac{K\phi(D_{\text{Ш}} - D_{\text{ВГ}}) \left(1 - \frac{D_{\text{Ц}} - D_{\text{Ш}}}{D_{\text{НГ}} - D_{\text{ВГ}}}\right) \cdot \beta \cdot k_2 \cdot E_{\text{ЭВ}} \cdot 10^{(-0.00018t + 0.072)} + \frac{v}{1-v} \cdot \exp \left[\frac{+f_{\text{ср}} \cdot v \cdot l \cdot (\pi_2 - \beta)}{(D_{\text{НГ}} - D_{\text{ВГ}}) \cdot (1-v)} \right] \cdot P_{\text{ж}}}{P_{\text{ГД}} + P_{\text{ж}} \left(1 - \frac{v}{1-v}\right)} \right) \quad (1)$$

На основании этих вычислений, можно утверждать, что оптимальный угол раскрытия манжетного уплотнения найден, но для эффективного размещения уплотнения в уплотняемой полости необходимо также учитывать особенности размещения уплотнения в каждом конкретном случае, например, в работе [2] раскрывается методика использования размеров посадочного места под уплотнения для манжетных уплотнений по ГОСТ 14896–84.

Необходимость разработки уникального манжетного уплотнения и, следовательно, создания параметрической модели манжетного уплотнения обусловлена тем, что при установке манжетного уплотнения на поршень гидроцилиндра создается опасное сечение в поршне гидроцилиндра, которое может под действием нагрузки не выдержать изгибающего момента, возникающего в гидроцилиндре.

¹ Результаты получены при выполнении госзаданий Минобрнауки: № 211/2014 и № 9.447.2014/к.

Учитывая все вышеописанные условия, можно приступить к созданию параметрической модели манжетного уплотнителя, основываясь на исследованиях, приведенных в работе [3].



Профиль модели манжеты

Как показано на рис. 1 управляющими размерами модели (обозначенные знаком суммы) являются не только угол раскрытия манжеты и диаметр штока уплотняемого подвижного соединения, но и размеры посадочного гнезда для манжеты.

После создания параметрической модели уплотнения необходимо приступить к разработке параметрической модели пресс-формы уплотнения, учитывая свойства материала уплотнения и его температурную усадку.

В работе [4] рассмотрен метод создания пресс-формы для манжетного уплотнения, также представлены расчетные модули системы автоматизированного проектирования пресс-форм и уплотнений. Взяв за основу пресс-форму по ГОСТ 26619–85, и изменяя параметры гнезда, или угла раскрытия, мы изменяем и саму модель манжеты, после чего эта модель может быть использована для создания конструкторской документации в полуавтоматическом режиме или же экспортирована как файл трехмерной модели (*Edrawings, IGENESIS, STEP* и другие международные форматы обмена данными).

После разработки параметрической модели пресс-формы для манжетного уплотнителя необходимо создать конструкторскую документацию для ее изготовления, метод получения которой также представлен в работе [4], благодаря свободно распространяемым форматам векторной графики (**.dxf*) продолжить создание конструкторской документации можно в любом, используемом конструктором пакете *CAD*.

После создания конструкторской документации и параметрической модели пресс-формы уплотнения возможно изготовление ее на фрезерном станке с ЧПУ. Методика подготовки параметрической модели пресс-формы к изготовлению указана в работе [5]. Раскрывая методику получения программы для станка с ЧПУ необходимо отметить, что количество операций по импорту трехмерной модели устройства ограничено, так как при разделении векторной модели на фасеты, происходит удаление типичной, для векторной графики переменных и замена их на конечные элементы, которые не могут быть более приведены к предыдущему виду. Изменение трехмерной модели пресс-формы на этой стадии не приведет к ассоциативному изменению программы для станка с ЧПУ.

После изготовления уникального манжетного уплотнения его необходимо протестировать на соответствие заданным технологическим параметрам. С этой задачей поможет справиться стенд для испытания уплотнений [6–8]. Благодаря простоте конструкции и отсутствию высокотехнологичных узлов и соединений в стенде, возможно проведение как первичного контроля уплотнений, так и периодического контроля уплотнений.

Как ясно из вышеописанного, комплексный подход к решению данной инженерной задачи необходим, чтобы учитывать все возможные изменения и доработки изделия еще на стадии проектирования и получать уникальные манжетные уплотнения для различных применений в сжатые сроки и с наименьшими затратами.

Библиографические ссылки

1. Автоматизация технологического процесса производства пресс-форм для изготовления манжетных уплотнений / В. С. Ереско, С. П. Ереско, А. Н. Антамошкин, Т. Т. Ереско // Вестник СибГАУ. 2012. № 2. С. 130–135.
2. Ереско В. С., Ереско Т. Т. Использование размеров посадочного гнезда для оптимизации проектирования уплотнений сложного сечения // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2012. Т. 1. № 8. С. 147–148.
3. Автоматизация разработки параметрических моделей контактных уплотнений подвижных соединений и пресс-форм для их изготовления / В. С. Ереско, С. П. Ереско, А. Н. Антамошкин, Т. Т. Ереско // Системы. Методы. Технологии. 2012. № 1. С. 22–27.
4. Автоматизация проектирования пресс-форм для изготовления контактных уплотнений / В. С. Ереско, С. П. Ереско, А. В. Мальцева, Т. Т. Ереско // Повышение износостойкости и долговечности машин и механизмов на водном транспорте : тр. V Междунар. симпозиума по транспортной триботехнике «Транстрибо-2013». Санкт-Петербург. 2013. С. 146–154.
5. Конструкторско-технологическое обеспечение производства пресс-форм для изготовления манжетных уплотнений / А. В. Мальцева, В. С. Ереско, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. № 9. С. 159–160.
6. Стенд для испытания уплотнений / С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, А. Ю. Грибов, А. С. Ереско, В. С. Ереско, С. И. Васильев // Пат. на изобретение RUS 2232323 13.05.2003.
7. Стенд для испытания уплотнений / С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, В. С. Ереско, В. А. Меновщиков, А. С. Янюшкин // Пат. на полезную модель RUS 114496 29.06.2011.
8. Стенд для испытания уплотнений / В. С. Ереско, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско, А. Н. Антамошкин, В. И. Усаков // Пат. на полезную модель RUS 119833 03.04.2012.

© Ереско В. С., 2015

УДК 621.822.61

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОСИСТЕМЫ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА²

А. С. Ереско
Научный руководитель – С. П. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: okm@mail.sibsau.ru

Рассмотрены вопросы совершенствования конструкции грузоподъемного механизма одноковшового фронтального погрузчика на основе трехсекционного телескопического гидроцилиндра двустороннего действия, приводимого в действие универсальным гидроприводом.

Ключевые слова: грузоподъемный механизм, фронтальный погрузчик, гидросистема, 3-х секционный телескопический гидроцилиндр.

IMPROVEMENT OF THE HYDRAULIC SYSTEM OF THE WHEEL LOADER

A. S. Eresko
Scientific supervisor – S. P. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: okm@mail.sibsau.ru

Questions of improvement of a design of the load-lifting mechanism of the odnokovshovy wheel loader on the basis of a three-section telescopic hydraulic cylinder of the bilateral action put in action by a universal hydraulic actuator are considered.

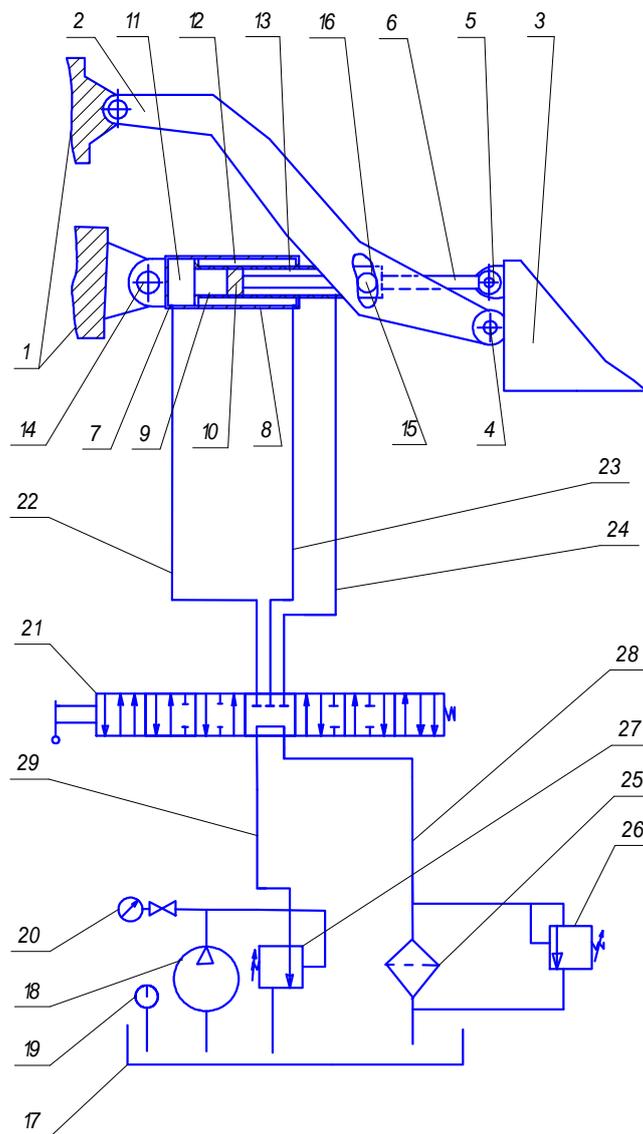
Keywords: load-lifting mechanism, wheel loader, hydraulic system, 3rd section telescopic hydraulic cylinder.

Мобильные подъемно-транспортные машины обычно оснащены гидроприводом, имеющим ряд преимуществ по сравнению с машинами с механическим приводом рабочего оборудования. Подъемно-транспортные и строительные работы, выполняемые посредством гидравлических устройств, позволяет не только повысить производительность выполняемых работ, но и сократить применение ручного труда, а также значительно снизить стоимость выполнения этих работ. Грузоподъемные механизмы выполняются плоскорычажными, включающими в себя стрелы, рукояти грузозахватного устройства (вилы, грейферы, ковши), имеющие собственные приводы для осуществления функционирования отдельных элементов механизма. Обычно мобильные подъемно-транспортные машины предназначены для подъема и транспортировки штучных грузов и сыпучих грузов. Главными недостатками известных грузоподъемных механизмов и фронтальных погрузчиков является обилие исполнительных гидроцилиндров, требующих соответствующего подключения с помощью гидромагистралей, что в целом удорожает конструкцию и снижает её надежность вследствие увеличения числа элементов конструкции и вероятности выхода их из строя.

Авторами на базе изобретения грузоподъемного механизма [1] разработано рабочее оборудование [2; 3] и гидросистема управления рабочим процессом фронтального погрузчика [4]. Гидросистема управления рабочим оборудованием фронтального погрузчика работает следующим образом. В начальном цикле работы фронтальный погрузчик с разгона врезается в штабель материала; после наполнения ковша 3, его поворачивают. Включая трехпоточный семипозиционный гидрораспределитель 21 от насоса 18 по напорной магистрали 29 в полость 13, по магистрали 24 подается рабочая

² Результаты получены при выполнении госзаданий Минобразования: № 211/2014 и № 9.447.2014/к.

жидкость, рабочая полость 12 замыкается, а полость 11 соединяется со сливной магистралью 28 через рабочую магистраль 22. Шток 6 с поршнем 10 будет задвигаться во внутреннюю гильзу 9, телескопического гидроцилиндра 7 и потянет за собой ковш 3. Подъем стрелы 2 осуществляется в следующей последовательности: управляя гидрораспределителем 21, от насоса из напорной магистрали 29 по рабочей магистрали 22 в рабочую полость 11 гидроцилиндра 7 подается рабочая жидкость, полость 12 соединяется со сливной магистралью 28, через магистраль 23, а рабочая полость 13 замыкается. Внутренняя гильза 9 совместно с поршнем 10 начнет выдвигаться, благодаря кулисному механизму 16 стрела 2 будет подниматься вверх. После транспортировки к месту разгрузки, выгрузка ковша 3 осуществляется в следующей последовательности: действуя трехпоточным гидрораспределителем 21 в поршневую полость 11 подается рабочая жидкость от насоса 18 по напорной магистрали 29 и рабочей магистрали 22, рабочая полость 12 замыкается, а рабочая полость 13, через рабочую магистраль 24, соединяется со сливной магистралью 28. Поршень 10 будет выдвигать шток 6 и ковш 3 в своих шарнирах 4 повернется на выгрузку.



Гидросистема управления рабочим оборудованием фронтального погрузчика

После транспортировки к месту разгрузки, выгрузка ковша 3 осуществляется в следующей последовательности: действуя трехпоточным гидрораспределителем 21 в поршневую полость 11 подается рабочая жидкость от насоса 18 по напорной магистрали 29 и рабочей магистрали 22, рабочая полость 12 замыкается, а рабочая полость 13, через рабочую магистраль 24, соединяется со сливной магистралью 28. Поршень 10 будет выдвигать шток 6 и ковш 3 в своих шарнирах 4 повернется на вы-

грузку. Опускание стрелы. Управляя трехпоточным гидрораспределителем 21 соединяя магистраль 22 со сливной магистралью 28 из рабочей полости 11 будет производиться слив рабочей жидкости, а напорную магистраль 29 соединяем с рабочей магистралью 23, тогда в рабочую полость 12 будет подаваться рабочая жидкость, полость 13 замыкается. Внутренняя гильза 9 будет задвигаться во внешнюю гильзу 8 и потянет за собой посредством кулисного механизма 16 стрелу 2 с ковшем 3 вниз. Также может осуществляться одновременный подъём стрелы 2 и поворот ковша 3 на выгрузку: соединяем гидрораспределителем 21 напорную магистраль 29 с рабочей магистралью 22, а сливную магистраль 28 с рабочими магистралями 23, 24, тогда в рабочую полость 11 подается рабочая жидкость, а из полостей 12 и 13 происходит слив рабочей жидкости. Опускание стрелы 2 с одновременным поворотом ковша в исходное положение происходит в следующей последовательности: посредством гидрораспределителя 21 в рабочие полости 12 и 13 телескопического гидроцилиндра подается рабочая жидкость по магистралям 23, 24, а полость 11 по рабочей магистрали 22 соединяется со сливной магистралью 28. Технический результат от реализации предлагаемого гидропривода заключается в упрощении конструкции и повышении его надежности за счет применения в качестве исполнительного гидропривода одного трехсекционного телескопического гидроцилиндра. В настоящее время актуально создание методики расчета основных рабочих параметров гидросистемы управления и грузоподъемных механизмов на этапе проектирования. Это необходимо для проведения оптимизации параметров конструкции грузоподъемных механизмов на примере методики, приведенной в работах [5–9].

Библиографические ссылки

1. Патент на изобретение № 2173270 (РФ) Грузоподъемный механизм / А. С. Ереско, С. П. Ереско (РФ); заявл. 25.10.1999. Оpubл. 10.09.2001, Бюл. № 25.
2. Патент на изобретение № 2195276 (РФ) Фронтальный погрузчик / А. С. Ереско, С. П. Ереско и др.; заявл. 25.10.2002. Оpubл. 20.09.2003. Бюл. № 26.
3. Ереско С. П., Ереско А. С. Рабочее оборудование фронтального погрузчика // Изобретатели – машиностроению. 2003. № 4. С. 42–43.
4. Патент на изобретение № 2233237 (РФ) Гидросистема управления рабочим оборудованием фронтального погрузчика / С. П. Ереско, А. С. Ереско, С. И. Васильев, С. Н. Терентьев, Т. Т. Ереско (РФ); заявл. 17.03.2003. Оpubл. 04.03.2004. Бюл. № 3.
5. Исследование плоских рычажных механизмов специальных систем / А. А. Казанцев, С. П. Ереско, А. С. Ереско, С. М. Шевцов // Вестник СибГАУ. 2011. № 2. С. 25–29.
6. Ереско С. П., Ереско А. С. Динамический анализ привода рычажных гидромеханизмов грузоподъемных машин // Вестник СибГАУ. 2011. Вып. 3 (36). С. 16–19.
7. Гидроцилиндры дорожных и строительных машин. Ч. 5. Техническая диагностика : монография / Д. Ю. Кобзов, С. П. Ереско, А. А. Трофимов, А. Ю. Кулаков В. В. Жмуров / Братск. гос. ун-т. Братск, 2011. С. 119. Деп. в ВИНТИ РАН, 21.07.2011. № 360-В2011.
8. Кобзов Д. Ю., Ереско С. П., Жмуров В. В. Гидроцилиндры дорожных и строительных машин. Ч. 6. Работоспособность. Надежность. Варианты модернизации : монография / Братск. гос. ун-т. Братск, 2012. С. 43. Деп. в ВИНТИ РАН, 27.04.2012, № 198-В2012.
9. Кобзов Д. Ю., Ереско С. П. Методика определения эксцентриситета в опорах крепления гидроцилиндров // Горное оборудование и электромеханика. 2009. № 3. С. 38–43.

© Ереско А. С., 2015

УДК 621.81

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА

С. С. Иванченко
Научный руководитель – Т. Т. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ereskott@mail.ru

В настоящее время значительные усилия инженеров в нашей стране и за рубежом направлены на поиск путей определения контактных напряжений взаимодействующих тел, так как для перехода от расчета изнашивания материалов к задачам конструкционной износостойкости решающую роль имеют контактные задачи механики деформируемого твердого тела.

Ключевые слова: контактное взаимодействие, зубчатая передача, прочность, распределение нагрузки, активные поверхности зубьев, нагрузочная способность.

CONTACT INTERACTION OF CYLINDRICAL REDUCER'S COGWHEEL

S. S. Ivanchenko
Scientific supervisor – T. T. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ereskott@mail.ru

Considerable efforts of Russian and foreign engineers are currently directed on search for the ways of determination of contact tensions of interacting bodies. Contact problems of mechanics of deformable body has a crucial role for switching from calculations of wear of materials to problems of the constructional wear resistance.

Keywords: contact interaction, gear, strength, load distribution, the active surface of the teeth, the load capacity.

Механика контактного взаимодействия рассматривает упругие, вязкоупругие и пластичные тела при статическом или динамическом контакте. Механика контактного взаимодействия является основополагающей инженерной дисциплиной, обязательной при проектировании надёжного и энерго-сберегающего оборудования, охватывает широкий спектр задач, начиная от расчётов прочности элементов сопряжения трибосистемы с учётом смазывающей среды и строения материала, до применения в микро- и наносистемах, а также быть полезной при решении многих контактных задач, например, колесо-рельс, при расчёте муфт, тормозов, шин, подшипников скольжения и качения, двигателей внутреннего сгорания, шарниров, уплотнений; при штамповке, металлообработке, ультразвуковой сварке, электрических контактах и др. [1].

Практическое получение аналитических зависимостей для напряжений и перемещений в замкнутой форме для реальных объектов даже в простейших случаях сопряжено с существенными трудностями. Вследствие этого при рассмотрении контактных задач принято прибегать к идеализации. Так, считается, что если размеры самих тел достаточно велики по сравнению с размерами области контакта, то напряжения в этой зоне слабо зависят от конфигурации тел вдали от области контакта, а также способа их закрепления. При этом напряжения с достаточно хорошей степенью достоверности можно вычислить, рассматривая каждое тело как бесконечную упругую среду, ограниченную плоской поверхностью, т. е. как упругое полупространство. Поверхность каждого из тел предполагается топографически гладкой на микро- и макроуровне. На микроуровне это означает отсутствие или пренебрежение микронеровностей контактирующих поверхностей, которые обусловили бы неполное прилегание поверхностей контакта. Поэтому реальная область контакта, которая образуется

на вершинах выступов, значительно меньше теоретической. На макроуровне профили поверхностей считаются непрерывными в зоне контакта. Указанные предположения впервые были использованы Герцем при решении контактной задачи. Особый интерес при решении контактных задач вызывает учет сил трения. Вместе с тем, последнее на поверхности раздела двух тел согласованной формы, находящихся в условиях нормального контакта играет роль только при относительно высоких значениях коэффициента трения. Развитие теории контактного взаимодействия твердых тел связано с отказом от перечисленных выше гипотез. Оно осуществлялось по следующим основным направлениям: усложнение физической модели деформирования твердых тел и (или) отказом от гипотез гладкости и однородности их поверхностей [2].

Оба этих направления наиболее полно учтены при определении основных критериев работоспособности зубчатых цилиндрических передач внешнего зацепления, которыми являются контактная прочность и прочность зубьев при изгибе. Расчет производится по ГОСТ 21354–87 [3]. При расчете по данному учитывают неравномерность распределения нагрузки по зубьям и длине зубьев (связанную с погрешностями изготовления и перекосами деталей от нагрузки), приработку рабочих поверхностей, срок службы и пр. Контактные напряжения σ_H образуются в месте соприкосновения тел, когда размеры площади касания малы по сравнению с размерами тел. Контакт зубьев можно рассматривать как контакт двух цилиндров с радиусами r_1 и r_2 . Контактные напряжения определяют из формулы Герца (для тел из стали и других материалов с коэффициентом Пуассона $\mu = 0,3$) [4].

$$\sigma_H = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{q \cdot E_{np}}{\rho_{np}}},$$

где E_{np} , ρ_{np} – приведенные модуль упругости и радиус кривизны; q – удельная нагрузка. Формула проверочного расчета на контактную выносливость активных поверхностей зубьев по ГОСТ 21354–87

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_Z \cdot \sqrt{\frac{W_{Ht} \cdot (u+1)}{d_{wt} \cdot u}}.$$

Критерий прочности: $\sigma_H \geq [\sigma_H]$, где Z_H – коэффициент, учитывающий форму сопряженных поверхностей зубьев в полюсе зацепления; Z_M – коэффициент, учитывающий механические свойства материалов; Z_Z – коэффициент, учитывающий суммарную длину контактных линий; d_{wt} – начальный диаметр шестерни; u – передаточное число; W_{Ht} – удельная окружная сила.

Допускаемое напряжение:

$$\sigma_H = \left(\frac{\sigma_{Hlim}}{S_H} \right) \cdot K_{HL},$$

где σ_{Hlim} – предел контактной выносливости; S_H – коэффициент безопасности; K_{HL} – коэффициент долговечности.

Расчет напряжения для шестерни σ_{H1} рассчитывается так же, как и для колеса σ_{H2} и проверяется условием

$$[\sigma]_H \leq 1,25[\sigma]_{H2},$$

где $[\sigma]_H = [\sigma]_{H2}$ для прямозубной передачи или $[\sigma]_H = 0,45([\sigma]_{H1} + [\sigma]_{H2})$ для косозубных и шевронных передач.

Прочность при изгибе выражается формулой

$$[\sigma]_F = \left(\frac{[\sigma]_{Flim}}{S_F} \right) \cdot K_{FL},$$

где $[\sigma]_{Flim}$ – предел изгибной выносливости; S_F – коэффициент безопасности; K_{FL} – коэффициент долговечности; K_{FC} – коэффициент влияния двухсторонне приложенной нагрузки [4].

Прочность зубьев по напряжениям изгиба является определяющей для колес, изготовленных из материалов высокой твердости $H > 59$ HRC. Таким образом, анализ источников по теме контактного взаимодействия, выявил, что теория постоянно развивается, уточняется, совершенствуется. Далее мы планируем произвести расчеты посредством численных методов и сравнить результаты расчетов, полученных нами по известным методикам.

Библиографические ссылки

1. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия : пер. с англ. М. : Мир, 1989. 510 с.: ил.
2. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dslib.net/mechanika-deformacii/teorija-kontaktного-vzaimodejstviya-deformiruemyh-tverdyh-tel-s-krugovymi-granicami.html> (дата обращения: 07.04.2015).
3. ГОСТ 21354–87 Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность. Государственный комитет по стандартам. М., 1987.
4. Детали машин / Л. А. Андриенко, Б. А. Байков, И. К. Ганулич и др. М. : Изд-во МГУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 544 с.

© Иванченко С. С., 2015

УДК 62-238.9

**УСТРОЙСТВО УДЕРЖАНИЯ И ОСВОБОЖДЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
КОНСТРУКЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ПОНИЖЕННЫМ
УДАРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ**

В. В. Кузнецов
Научный руководитель – С. П. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Vaskua@yandex.ru

В настоящее время, в современных космических аппаратах (КА), применяется высокоточное оборудование, чувствительное к ударным воздействиям. В связи с этим возникает необходимость и потребность в создании механических устройств удержания и освобождения подвижных элементов конструкции КА с пониженным ударным воздействием при срабатывании.

Ключевые слова: механические устройства КА, безударность, устройства фиксации.

**RESTRAIN AND RELEASE DEVICE THE MOVABLE ELEMENTS OF THE SPACECRAFT
STRUCTURE WITH A REDUCED IMPACT FORCE**

V. V. Kuznetsov
Scientific supervisor – S. P. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Vaskua@yandex.ru

Nowadays, in modern spacecraft (SC), used high-precision equipment that could be sensitive to impact. In this regard, there is a need and demand for creation of mechanical restraint and release the movable elements SC design with reduced impact force when triggered.

Keywords: Mechanical devices SC, unstressed, the fixing device.

Основным источником ударных воздействий, в механических устройствах удержания и освобождения подвижных элементов конструкции КА, являются такие элементы как пружины, а точнее элементы конструкции, которые после проворачивания, или выталкивания пружинами ударяются о другие элементы. Помимо ударных воздействий от срабатывания таких устройств, на оборудование КА передается ударное воздействие от срабатывания пиросредств (пирочеки, пироузлы и т. д.) служащих для освобождения тяг, которые удерживают механические устройства от срабатывания. Также такие устройства имеют большое количество деталей и как следствие усложнение конструкции и снижение надежности устройства в целом.

В связи со всем вышеперечисленным предлагается использовать механическое устройство, для удержания подвижных элементов конструкции, которое не содержит пружин, соударяющихся элементов и имеет минимальное количество деталей и простоту конструкции. Для создания такого устройства, необходимо отходить от полностью механических схем, и интегрировать в него активирующий механизм (актуатор) не основанный на пиросредствах.

В настоящее время широко используются устройства следующих типов: рычажные механизмы с пиротехническим активирующим элементом, пиромеханизмы, рычажные механизмы с электрическим активирующим элементом.

Рычажные механизмы представляют собой конструкцию из корпуса, в котором расположены рычаги, обеспечивающие редуцию, находящиеся в зацеплении друг с другом через ролики, используемые также для уменьшения сопротивления от сил трения при срабатывании. Срабатывает механизм за счет пиротехнического активирующего элемента.

Пиромеханизмы основаны на принципе преобразовании энергии газов выделяемых при сгорании пирозаряда в поступательное движение, например перемещения поршня который в дальнейшем перерубает удерживаемый элемент устройства, тем самым инициируя срабатывание.

Рычажные механизмы с электрическим активирующим элементом это по сути своей обычный рычажный механизм, но вместо пиротехнического активирующего элемента используется электрический, не создающий таких больших ударных нагрузок при срабатывании.

Общий недостаток всех вышеперечисленных механизмов заключается в том, что они создают силовые импульсы, распространяющиеся в виде колебательных волн с высокой частотой и амплитудой, что может привести к нарушению в работе высокочувствительного к ударам оборудования.

В связи с этим необходимо уходить от принципа рычажных механизмов и использования для срабатывания пиротехнических активирующих элементов.

Рассмотрим перспективные в этом плане схемы устройств:

– устройства на основе материалов с памятью формы;

– устройства с самоотвинчивающейся гайкой;

– устройства с расплавляемым элементом [1];

– устройства с многоазовыми активирующими элементами на основе гидравлических устройств, в которых качестве рабочего тела используются вещества с низкой температурой плавления [2; 3].

Результаты сравнительного анализа перспективных типов устройств по ряду критериев представлены в таблице.

Результаты сравнительного анализа перспективных типов устройств

	Энергопотребление	Масса, кг	Сложность в эксплуатации (необходимость в дополнительном оборудовании)	Время срабатывания	Другие критерии
Устройства на основе материалов с памятью формы	5 А	0,5	Необходимость в деформации инициирующего элемента после срабатывания. Защита от термических воздействий до срабатывания устройства.	От 10 до 360 сек в зависимости от объема нитинола	Ход инициирующего устройства ограничивается перемещением даваемым нитинолом в его конструкции
Устройства с самоотвинчивающейся гайкой	5 А	0,25–0,3	Необходимость в замене разрушаемого элемента инициирующего устройства	0,1–0,5 с	Способно нести большие нагрузки, имея при этом сравнительно небольшие габариты в виду возможности использовать простейшие инициирующие устройства и отсутствия в необходимости большой степени редукиции
Устройства с многоазовыми активирующими элементами на основе гидравлических поршней в качестве рабочего тела которого используются вещества с низкой температурой плавления	5 А	0,4	Не требует дополнительных операций и оборудования для повторных работ с устройством	60 с	Необходимость в использовании высокогерметичных соединений в виду глубокого вакуума открытого космического пространства
Устройства с переплавляемым элементом	5 А	0,3	Не требует дополнительных операций и оборудования для повторных работ с устройством	Не менее 30 с	При повышении нагрузки в стыке требует более мощный электромагнит что существенно увеличивает вес устройства. Оказывает намагничивающее действие на окружающие элементы конструкции КА, требует дополнительной защиты. Притягивает большое количество пыли

Проанализировав перспективные виды устройств удержания, можно сделать вывод, что: в виду ограниченности энергоресурсов на КА до раскрытия панелей БС и актуальности развития малых КА массой до 100 кг, имеющих еще более скромные энергетические характеристики и габариты, предпочтительно отдавать менее энергозатратным устройствам и более компактным, таким как устройствам на основе самоотвинчивающейся гайки. Примеры разработки подобных типов устройств приведены в работах [4–7].

Библиографические ссылки

1. Cremers J., Gooijer E., Kester G. Multipurpose hold down and release mechanism (mhrm). Fokker Space. The Netherlands.
2. Wincentsen J. Heritage adoption lessons learned, active mirror telescope cover deployment and latch mechanism. Hexcel Corporation, 2005, March [Electronic resource]. URL: <http://www.esmats.eu/amspapers/pastpapers/pdfs/2006/wincentsen.pdf> (date of visit: 07.04.2015).
3. Honnen K. Launch locking device for the seviri scan assembly. Daimler Chrysler Aerospace, Dornier Satelliten systeme [Electronic resource]. URL: http://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/groups/ops/documents/document/mday/mde1/~edisp/pdf_ten_msg_seviri_instrument.pdf (date of visit: 07.04.2015).
4. Кузнецов В. В., Ереско С. П. Устройство удержания и освобождения подвижных элементов конструкции космического аппарата с пониженным ударным воздействием // Инновации в авиации и космонавтике : материалы Всерос. науч.-практ. конф. М. : Изд-во МАИ, 2014. С. 82–83.
5. Кузнецов В. В., Ереско С. П. Методика проектирования гибких шарнирных узлов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. Т. 1. Технические науки. Информационные технологии / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. С. 153–154.
6. Кузнецов В. В., Байбородов А. А. Гибкий шарнир // Решетневские чтения : материалы XVII Междунар. конф. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. С. 79–81.
7. Кузнецов В. В., Ереско С. П. Совершенствование устройств удержания и освобождения подвижных элементов конструкции космических аппаратов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы X Всерос. науч.-практ. конф. Т. 1. Технические науки. Информационные технологии / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. С. 147–148.

© Кузнецов В. В., 2015

УДК 662.822

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ КАРДАННОГО ШАРНИРА

Е. В. Кукушкин, Т. Т. Ереско
Научный руководитель – В. А. Меновщиков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ironjeck@mail.ru, erescott@mail.ru, vladimirm@g-service.ru

Разработана конструкция карданного шарнира с новым уплотнением. Новое уплотнение гофрированной трубы, имеющей форму усеченного конуса, заканчивающегося со стороны большего основания коаксиальной шайбой L-образного сечения, состоящего из соединенных в единое целое внутренней кольцевой части, контактирующей с торцевыми поверхностями тел качения и цилиндрической наружной части, зафиксированной в ответной коаксиальной цилиндрической проточке, выполненной в торце корпуса игольчатого подшипника, в виде полый цилиндрической втулки, а со стороны меньшего основания кольцом в форме тора.

Ключевые слова: карданный шарнир, игольчатый подшипник, уплотнение.

NEW CONSTRUCTION CARDAN JOINTS

E. V. Kukushkin, T. T. Eresko
Scientific supervisor – V. A. Menovshikov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ironjeck@mail.ru, erescott@mail.ru, vladimirm@g-service.ru

The design of the universal joint with a new seal. The new seal of the corrugated tube, the frustoconical ending side of the larger base of the coaxial washer L-shaped cross section, composed of integrally connected to the inner annular part in contact with the end surfaces of the rolling element and the outer cylindrical portion, fixed in a coaxial mating cylindrical bore, formed in the end face of the needle bearing housing, a hollow cylindrical sleeve, and from the smaller base of the torus-shaped ring.

Keywords: universal joint, needle bearing, gasket.

В современный период технического развития появление новых материалов, необходимость повышения эксплуатационных скоростей и температур, снижения веса, уменьшения объема, увеличения сроков эксплуатации, снижения стоимости и достижения экологической совместимости – все это вызывает необходимость совершенствования конструкций карданных передач.

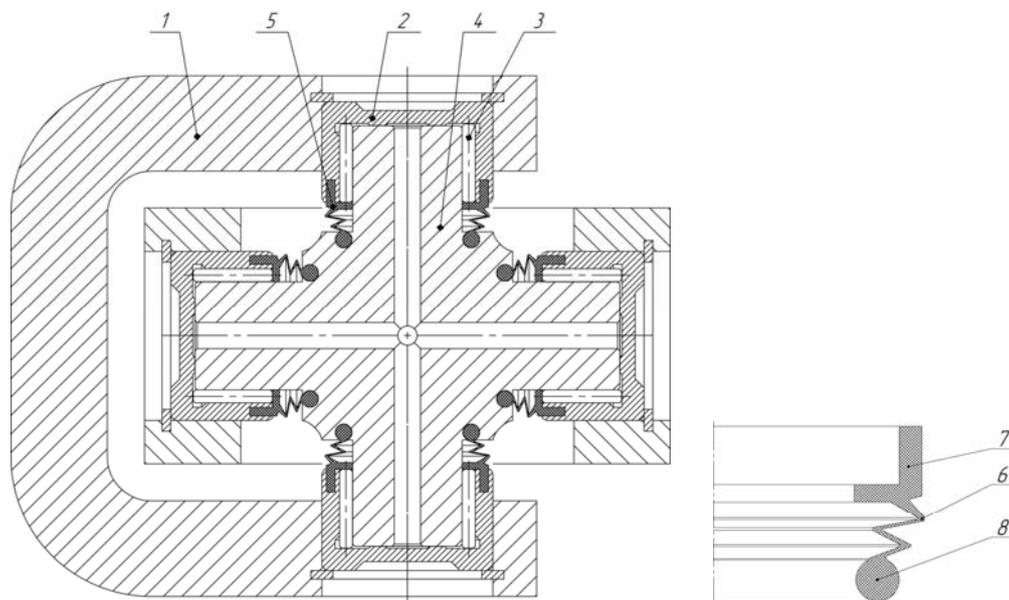
Особенность работы игольчатых подшипников карданных передач состоит в том, что иглы совершают колебательное, возвратно-вращательное движение, перекатываясь по цапфе крестовины на небольшом участке, причем дорожки качения двух соседних игл часто не перекрываются. Эта особенность работы игольчатого подшипника кардана и определяет, характер износа данного узла. К основным видам разрушения поверхностей шипов относится образование канавки и питтинг [1–2]. В основном причина выхода из строя подшипников заключается в повреждении дорожек канавки шипов, что вызывает необходимость разработки и проектирования новых конструкций карданных шарниров.

Некоторые исследователи [1] видят причину низкой надежности при эксплуатации, связанную с утечкой смазки из игольчатых подшипников, в результате чего происходит нарушение процесса поступления смазки к рабочим поверхностям шипов и игольчатых подшипников и недостаточную герметичность уплотнений подшипниковых узлов, которые в процессе работы меняют контактирующие поверхности, вследствие неравномерного износа шипов крестовины, и в полость вращения тел качения попадают инородные частицы, способствующие преждевременному износу карданного шарнира.

Решение проблемы и увеличения надежности при эксплуатации может быть достигнуто применения новой конструкции карданного шарнира, что позволит повысить надежность путем уменьшения утечки смазочного материала из рабочей полости карданного шарнира и предупреждение падения инородных тел в рабочую полость карданного шарнира.

Известные карданные шарниры [3] имеют недостатки, к которым можно отнести низкую надежность при эксплуатации, связанную с утечкой смазки из игольчатых подшипников, в результате чего происходит нарушение процесса поступления смазки к рабочим поверхностям шипов и игольчатых подшипников.

В качестве прототипа нового карданного шарнира был выбран карданный шарнир [4], который содержит крестовину с шипами, на которых установлены с возможностью поворота втулки в виде стакана и игольчатые подшипники. В основании корпуса игольчатого подшипника и во втулке выполнены центральные соосные отверстия, каждое в виде правильного многоугольника (под ключ), а между основанием корпуса игольчатого подшипника и крышкой установлен уплотнительный элемент. К недостаткам прототипа можно отнести недостаточную герметичность уплотнений подшипниковых узлов, которые в процессе работы меняют контактирующие поверхности, вследствие неравномерного износа шипов крестовины, и в полость вращения тел качения попадают инородные частицы, способствующие преждевременному износу карданного шарнира [5], что решается применением уплотнений выполненных в виде гофрированной трубы, имеющей форму усеченного конуса, заканчивающегося со стороны большего основания коаксиальной шайбой L-образного сечения, состоящего из соединенных в единое целое внутренней кольцевой части, контактирующей с торцевыми поверхностями тел качения и цилиндрической наружной части, зафиксированной в ответной коаксиальной цилиндрической проточке, выполненной в торце корпуса игольчатого подшипника, в виде полой цилиндрической втулки, а со стороны меньшего основания кольцом в форме тора, зафиксированном в ответной торообразной проточке, выполненной в теле крестовины у основания шипа (см. рисунок).



Карданный шарнир с новым уплотнением

Карданный шарнир состоит из вилок 1, крестовины 4 с установленными на ее шипах игольчатыми подшипниками, состоящими из корпуса 2, выполненного в форме цилиндрического стакана, и тел качения 3. Подшипники снабжены уплотнениями 5, выполненными в виде гофрированной трубы 6 имеющей форму усеченного конуса, заканчивающегося со стороны большего основания коаксиальной шайбой 7 L-образного сечения, состоящего из соединенных в единое целое внутренней кольцевой части, контактирующей с торцевыми поверхностями тел качения и цилиндрической наружной части, зафиксированной в ответной коаксиальной цилиндрической проточке, выполненной в торце корпуса игольчатого подшипника, в виде полой цилиндрической втулки, а со стороны меньшего основания кольцом 8 в форме тора, зафиксированном в ответной торообразной проточке, выполненной в теле крестовины у основания шипа.

Карданный шарнир работает следующим образом: при передаче крутящего момента вилка 1 воздействует на крестовину 4 через игольчатые подшипники. При каждом обороте шарнира поочередно работают два игольчатых подшипника, расположенных в противоположных подшипниковых узлах каждой вилки, радиальная нагрузка воспринимается вилками шарнира. Уплотнение 5 защищает рабочую полость карданного шарнира от попадания в нее инородных частиц. При работе карданного шарнира уплотнение в форме гофрированной трубы 6 позволяет максимально растягиваться и сжиматься в осевом и радиальном направлении под действием давления смазки, ограничивая смещение тел качения 3 из рабочей области игольчатых подшипников без нарушения герметизации рабочего пространства.

Предлагаемая конструкция позволяет исключить попадание инородных тел в рабочую полость карданного шарнира и утечку смазочного материала, повысить надежность карданных шарниров за счет герметизации рабочей полости.

Технический эффект заключается в повышении надежности путем уменьшения утечки смазочного материала из рабочей полости карданного шарнира и предупреждение падения инородных тел в рабочую полость карданного шарнира [5].

Библиографические ссылки

1. Меновщиков В. А., Ереско С. П. Исследование и совершенствование игольчатых подшипников карданных передач транспортно-технологических машин : монография / КрасГАУ. Красноярск, 2006. 283 с.
2. Ереско Т. Т., Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А. Современное состояние вопроса по исследованию пластического деформирования при статическом контактном нагружении игольчатых подшипников // Механики XXI века : материалы XII Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием : сб. докладов. Братск, 2013. С. 37–40.
3. Учебник тракториста-машиниста третьего класса / А. К. Болотов, Л. А. Гуревич, В. А. Лиханов, Н. П. Сычугов. М. : Колос. 1982. С. 100.
4. Пат. 2232309 Российская Федерация, МПК7 F16 C 11/06. Карданный шарнир / Е. П. Тимашов, А. Г. Пастухов, Н. Ф. Скурятин ; № 2003100986/11; заявл. 13.01.2003; опубл. 10.07.2004.
5. Пат. 146989 Российская Федерация, МПК7 F16 D 3/26. Карданный шарнир / Е. В. Кукушкин, В. А. Меновщиков, А. А. Орлов, С. П. Ереско, Т. Т. Ереско ; № 2014119234/11; заявл. 13.05.2001; опубл. 27.10.2014. Бюл. № 30. 2 с.

© Кукушкин Е. В., Ереско Т. Т., 2015

УДК 624.139(571.1/.5)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

А. С. Ортман

Научный руководитель – С. И. Васильев

Сибирский федеральный университет

Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 82/2

E-mail: ortman123@mail.ru

Рассмотрены грунтовые условия перспективных участков для обустройства нефтяных и газовых месторождений при разведочном и эксплуатационном бурении, а также при рекультивации месторождений. Основное внимание уделено вероятностным характеристикам сезонно-мерзлых грунтов, определяющих прочностные характеристики, влияющих на эффективность разработки землеройными машинами при выполнении планировочных работ. Исследования проведены в части вероятности встречаемости в разрабатываемом мерзлом грунте той или иной фракции, вероятности распределения влажности по глубине траншеи и температуры в условиях естественного промерзания. Установлены законы распределения исследованных показателей мерзлых грунтов.

Ключевые слова: рекультивация месторождений, мерзлые грунты, землеройные машины, плотность распределения, температура грунта, влажность грунта, включения, температура.

FEATURES DESIGNING PRODUCTION MACHINES FOR FROZEN GROUND EXCAVATION

A. S. Ortman

Scientific supervisor – S. I. Vasiliev

Siberian Federal University

82/2, Svobodny Av., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

E-mail: ortman123@mail.ru

Soil conditions considered promising areas for development of oil and gas fields and exploration and development drilling, as well as reclamation deposits. The focus is on probabilistic characteristics of seasonally frozen ground, determining the strength characteristics affecting the efficiency of development digging machines in the performance grading. In a promising area of exploration and industrial development of deposits identified the most likely types of frozen soils, a study changes in temperature, humidity, particle size distribution and grain size stony inclusions. Investigations were carried out in terms of probability of occurrence in the prepared frozen soil of a particular faction, the probability distribution over the depth of the trench humidity and temperature under natural freezing. Established laws of distribution of the investigated parameters of frozen soil. .

Keywords: reclamation deposits, frozen ground, earthmoving machinery, density distribution, soil temperature, soil moisture, Inclusions, temperature.

При обустройстве нефтяных и газовых месторождений, при рекультивации их выполняемые земляные работы на мерзлый и вечномёрзлый грунт исчисляются объемом более 1 млн м³ грунта в год, стоимость их выполнения достигает 150 руб./м³. Наиболее вероятная толщина выравниваемого слоя в условиях резко пересеченной местности составляет от 0,4 м до 1,0 метра.

Грунтовые условия работы землеройной техники характеризуются наличием каменных включений, высокой прочности грунта, большую часть года, находящегося в мерзлом состоянии, расположением участков мерзлоты на глубине от 0,4 м. Разрабатываемые мерзлые грунты, включающие в себя вечно мерзлые грунты и сезонно-мерзлые грунты состоят из твердых скелетных частиц, льда, незамерзшей воды и воздушных пор, отличаются рядом физических свойств, которые

определяют физико-механические осложнения при их резании рабочими органами землеройных машин. Сочетание талых грунтов и участков с выходом вечной мерзлоты оказывают дополнительное негативное влияние на процесс резания, способствуют снижению производительности и надежности землеройных машин [1–3]. Преимущество мерзлые грунты Сибири представлены супесчаными грунтами и суглинистыми, вероятность их встречаемости равны 0,39 и 0,25, вероятность (p_i) встречаемости скальных грунтов не более 0,015, вероятность встречаемости глинистых грунтов достигает 0,13 [4].

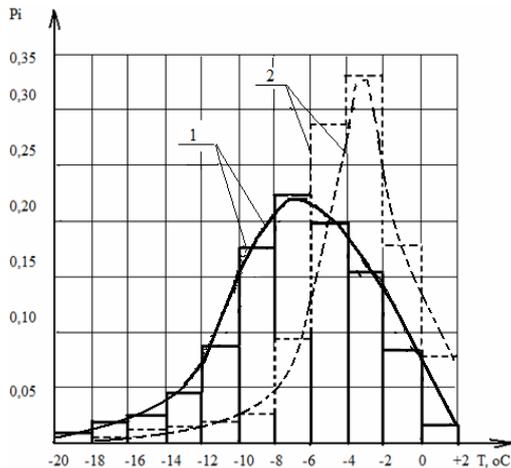


Рис. 1. Графики функций плотности распределения минимальных температур мерзлых грунтов:
1 – глубина 0,4 м; 2 – глубина 1 м

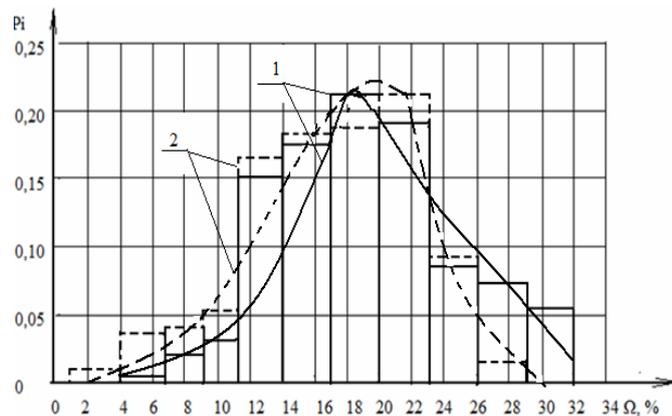


Рис. 2. Графики функций плотности распределения влажности мерзлых грунтов:
1 – глубина 0,4 м; 2 – глубина 1 м

Анализ распределения минимальных температур мерзлых грунтов (рис. 1) показывает, что наиболее вероятным диапазоном изменения температур с вероятностью 0,60 на глубине 0,4 м является температура от -4 до -10 °C [5]. При этом распределение температур надежно $\chi^2 = 14,93$ выравняется нормальным законом с математическим ожиданием 0,6103.

Для глубины 1,0 м наиболее вероятным будет интервал температуры мерзлого грунта от -2 до -6 °C. Распределение также надежно выравняется нормальным законом с математическим ожиданием 3,48.

При равных температурных условиях грунтов, их гранулометрическом составе важной характеристикой исследуемой среды является влажность [6; 7]. Для определения влажности разрабатываемых мерзлых грунтов проведены исследования на глубинах от дневной поверхности на глубину до 1 метра (рис. 2). В результате исследований получены вариационные ряды и графики функции плотности распределения влажностей мерзлых грунтов на глубинах 0,4 и 1,0 м. Критерий Лапласа–Шарлье распределения значений влажностей мерзлых грунтов до 1,0 м равен 9,56, математическое ожидание для этой толщины грунта равно 18,55 % [8].

Вероятность изменения значения влажности мерзлого грунта от 13 до 24 % на глубине 0,4 м составляет 0,8, такая же вероятность характерна для этого диапазона влажностей и на глубине 1 м, вероятность влажности мерзлого грунта в диапазоне от 10 до 28 % составляет 0,9 [9].

Библиографические ссылки

1. Васильев С. И., Иванчура В. И., Ереско С. П. Вероятностные физико-механические характеристики грунтов Восточно-Сибирского региона // Транспортное строительство. 2013. № 3. С. 28–30.
2. Анферов В. Н., Васильев С. И., Кузнецов С. М. Обоснование надежности работы строительных машин : монография / Сиб. федер. ун-т : Институт нефти и газа. Красноярск, 2014. 164 с.
3. Васильев С. И., Анферов В. Н., Мелкозеров В. М. Технология подготовки грунтов к разработке в зимний период при освоении полезных ископаемых Восточно-Сибирского региона. Красноярск : Изд-во СФУ. 2011. 152 с.
4. Васильев С. И. Повышение эффективности разработки сезонномерзлых грунтов // Вестник Томск. гос. архитектурно-строит. ун-та. Томск, 2010. № 1. 194–200 с.

5. Разработка сезонно-мерзлых грунтов Восточной Сибири траншейными экскаваторами : монография / С. И. Васильев, С. П. Ереско, В. Г. Жубрин, Б. В. Осипенко // Красноярск: Изд-во СФУ. 2010. С. 140.
6. Васильев С. И., Ереско С. П., Осипенко В. Б. Прогнозирование условий разработки сезонно-мерзлых грунтов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2010. № 4. С. 35–38.
7. Васильев С. И., Ереско С. П. Исследование прочностных характеристик сезонно-мерзлых грунтов Сибири и Севера // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 5. С. 93–99.
8. Васильев С. И., Ереско С. П. Исследование процесса резания мерзлых грунтов с гравийно-галечниковыми включениями роторными рабочими органами // Системы. Методы. Технологии. 2010. № 8. С. 145–153.
9. Показатели эффективности разработки мерзлых грунтов рабочими органами землеройных машин / С. И. Васильев, С. П. Ереско, Б. В. Осипенко, В. Л. Шустов // Горные машины и автоматика. М. : Новые технологии. 2003. № 10. С. 22–24.

© Ортман А. С., 2015

УДК 621.81.001.5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНЕТАРНО-ШАРИКОВЫХ ПЕРЕДАЧ

О. А. Павлова
 Научный руководитель – С. П. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: okm@mail.sibsau.ru

Приведена конструкция редуктора на основе планетарно-шариковой передачи. Рассмотрен принцип работы и представлены результаты кинематического анализа плавности работы передачи с промежуточными телами качения.

Ключевые слова: редуктор, промежуточное тело качения, кинематика движения.

THE DESIGN OF PLANETARY-BALL GEAR

O. A. Pavlova
 Scientific supervisor – S. P. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: okm@mail.sibsau.ru

The reducer design on the basis of planetary and ball transfer is given. The principle of work is considered and results of the kinematic analysis of smoothness of work of transfer with intermediate bodies of swing are presented.

Keywords: gearbox, intermediate body rolling, the kinematics of the movement.

Механические передачи широко применяются во всех отраслях промышленности. Активно исследуются и развиваются механизмы преобразования движения, в которых используется не зубчатое зацепление, а новый тип зацепления с промежуточными телами качения (ПТК) – шариками.

«Планетарным механизмом с промежуточными телами качения является механизм, состоящий из трех и более основных звеньев, непосредственно участвующих в зацеплении и контактирующих с промежуточным звеном (звеньями) – телами качения – с возможностью осуществления его (их) сложного движения» [1].

На кафедре «Основы конструирования машин» разработана конструкция планетарного редуктора с шаровидной передачей [2–5], конструкция которого и названия составных частей представлена на рис. 1. Редуктор работает следующим образом.

При приведении в движение водила, выполненного заодно с входным валом 3, за счет зацепления с ним приходят в движение все три двухступенчатые сателлиты 4. Во время движения двухступенчатые сателлиты 4 внешней радиальной поверхностью обкатываются по основанию корпуса 2 через шарики 7, внутренняя ступень обкатывается по торцевой поверхности выходного вала 11 через шарики 6, передавая движение на выходной вал. При этом полусферические углубления, расположенные на окружности внутренней ступени сателлитов 4, вступают в контакт с шариками 6, оказывая на них клиновое воздействие, вызывая тем самым смещение контактирующих с ними ответных полусферических углублений выходного вала 11 относительно его оси вращения на угол определяемый по формуле

$$\delta = -\pi \cdot d_2 \cdot m / D_в,$$

где δ – угол смещения выходного вала при полном обороте входного вала; $D_в$ – внешний диаметр внутренней ступени сателлитов. При этом шарики 6 проворачиваются в полусферических отверстиях, уменьшая трение скольжения при передаче крутящего момента.

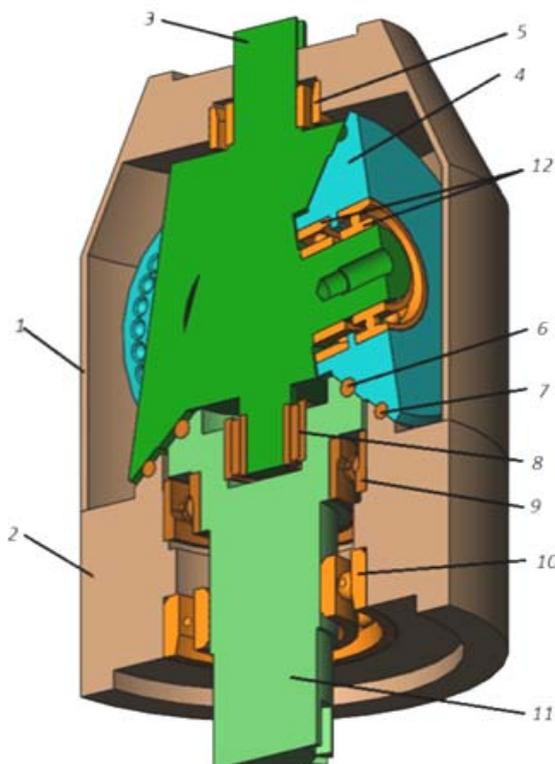


Рис. 1. Планетарный редуктор:
 1 – крышка редуктора; 2 – основание редуктора; 3 – водило, выполненное заодно с входным валом; 4 – сателлит; 5 – подшипник; 6 – шарики Ø4; 7 – шарики Ø3,5; 8 – игольчатый подшипник; 9 – подшипник; 10 – подшипник; 11 – выходной вал; 12 – подшипник

Основное в этих передачах – частичная замена трения скольжения трением качения, при котором потери мощности гораздо меньше. Нагрузочная способность таких передач, следовательно, увеличивается, за счет низких изгибных напряжений.

Для исследования равномерности и плавности хода планетарного редуктора с помощью программы Solid Works была построена виртуальная модель редуктора.

С помощью этой модели были проведены кинематические исследования, цель которых заключалась в нахождении функции угла поворота выходного вала от угла поворота входного вала, для выявления передаточного отношения редуктора, определяемого соотношением указанных углов поворота при повороте входного вала на 360°, а также построения графика плавности работы редуктора. Для этого был выбран шаг угла поворота входного вала 20° и проведены замеры соответствующих углов поворота выходного вала. И так до тех пор, пока входной вал не сделает один оборот. Полученные данные приведены в таблице.

Зависимость изменения угла поворота выходного вала от угла поворота входного вала

№ измерения	Угол поворота входного вала, град	Угол поворота выходного вала, град
1	0	0
2	20	0,66
3	40	1,33
4	60	2
5	80	2,66
6	100	3,33
7	120	4
8	140	4,66
9	160	5,33
10	180	6
11	200	6,66
12	220	7,33

№ измерения	Угол поворота входного вала, град	Угол поворота выходного вала, град
13	240	8
14	260	8,66
15	280	9,33
16	300	10
17	320	10,66
18	340	11,33
19	360	12

С помощью этих данных получен следующий график представленный на рис. 2

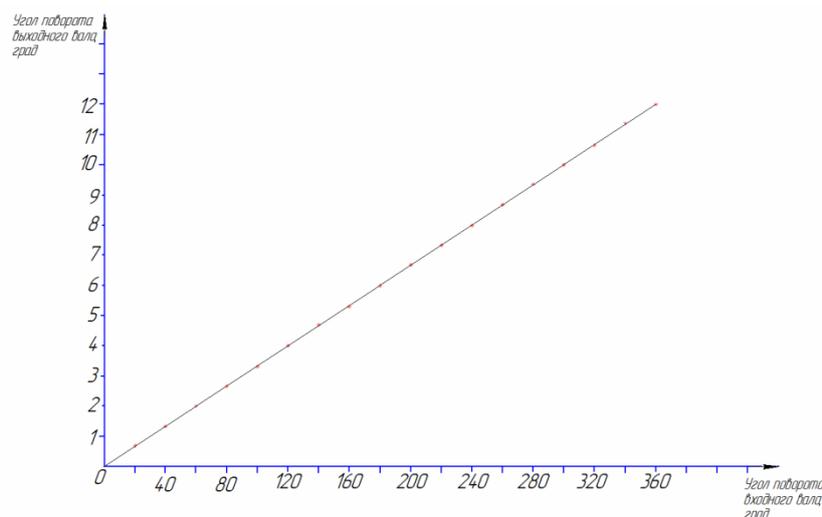


Рис. 2. Плавность работы редуктора

В процессе исследования кинематики движения выходного вала в зависимости от поворота входного вала установлено, что передаточное отношение не зависит от угла поворота входного вала, что исключает какие-либо кинематические погрешности. А линейный характер графика говорит о равномерности и плавности хода данного зацепления.

Механические передачи с промежуточными телами качения находят применение в редукторах приводов во многих областях техники, обеспечивая в минимальных объемах передать максимальные мощности и иметь высокую кинематическую точность.

На конструкцию планетарного редуктора подана заявка на изобретение.

Библиографические ссылки

1. Лустенков М. Е. Передачи с промежуточными телами качения: определение и минимизация потерь мощности : монография. Могилев : Белорус.-рос. ун-т. 2010. 274 с.
2. Павлова О. А., Ереско С. П. Планетарно-волновой редуктор с шаровидной передачей // Решетневские чтения : материалы XVII Междунар. конф. (10–12 ноября 2013, г. Красноярск) / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. С. 277–278.
3. Павлова О. А., Ереско С. П. Планетарно-волновая передача // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (6–10 апреля 2013, г. Красноярск). Т. 1. Технические науки. Информационные технологии / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. С. 162–163.
4. Павлова О. А., Ереско С. П. Планетарно-волновая передача // Инновации в авиации и космонавтике : материалы Всерос. науч.-практ. конф. М. : Изд-во МАИ, 2014. С. 54.
5. Павлова О. А., Ереско С. П. Совершенствование антенных приводов космических аппаратов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : материалы X Всерос. науч.-практ. конф. (6–10 апреля 2014, г. Красноярск). Т. 1. Технические науки. Информационные технологии / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. С. 151–152.

УДК 621.791

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УЗЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА*

С. И. Пономарев

Научный руководитель – С. П. Ереско, Т. Т. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Serg_ponom@mail.ru, eresko07@mail.ru, ereskott@mail.ru

Предлагается описание работы алгоритма выбора режимов и оборудования, позволяющего совершенствование технологии изготовления деталей и узлов аэрокосмического производства.

Ключевые слова: технологический процесс, алгоритм, массив базы данных.

AUTOMATION TECHNOLOGY MANUFACTURING AEROSPACE COMPONENTS MANUFACTURING

S. I. Ponomarev

Scientific supervisor – S. P. Eresko, T. T. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Serg_ponom@mail.ru, eresko07@mail.ru, ereskott@mail.ru

In this paper a description of the algorithm and mode selection equipment to improve the technology of manufacturing parts and assemblies aerospace production.

Keywords: process, an algorithm database array.

На факультете машиноведения и мехатроники Сибирского государственного аэрокосмического факультета проводятся исследования по совершенствованию технологии изготовления узлов аэрокосмического производства, в том числе по автоматизации производственных процессов диффузионной сварки с использованием унифицированных баз данных. Выбор режимов и материалов в условиях производства затруднен, ввиду наличия обилия различных материалов и значительного разнообразия способов их соединения.

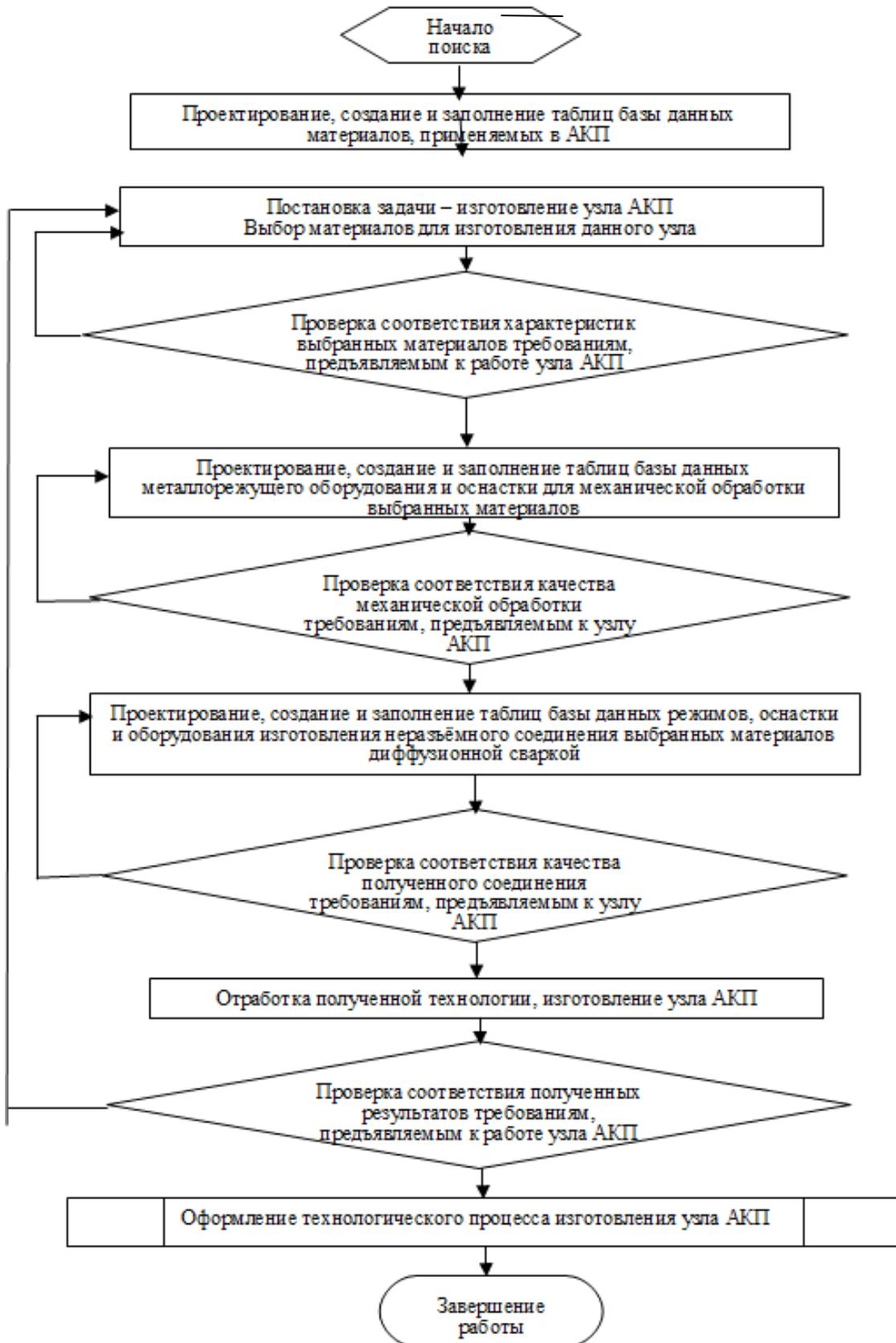
Задачей исследования является создание алгоритма выбора материалов, технологических режимов и оборудования из созданной базы данных, как основы создания автоматизированной системы построения оптимальных технологических процессов изготовления узлов АКП.

Работа алгоритма начинается с блока 1 и заключается в проектировании, поиске информации и наполнении таблиц базы данных. В создаваемые таблицы вводятся информация о материалах деталей и узлов аэрокосмического производства. В блоке алгоритма 2 осуществляется постановка задачи по определению конкретного узла, который необходимо изготовить. В зависимости от назначения и требований к рабочим характеристикам производится выбор материалов из таблиц базы данных, созданных в блоке алгоритма 1. В блоке алгоритма 3 производится проверка соответствия полученных результатов условиям данных поиска. В данном случае это проверка соответствия характеристик материалов требованиям к рабочим характеристикам узла.

В случае отсутствия нужного материала для получения нужного узла, продолжается поиск информации и наполнение таблиц базы данных (блок алгоритма 2). Работа в блоке алгоритма 4 заключается в проектировании, поиске информации и наполнении таблиц базы данных. В создаваемые таблицы вводятся информация о металлорежущем оборудовании и оснастке для механической обработки выбранных материалов – деталей и узлов. В блоке алгоритма 5 осуществляется проверка соответ-

* Результаты получены в рамках выполнения госзаданий № 9.447.2014/к и № 2014/211.

ствия качества механической обработки деталей АКП. Если данные таблиц базы данных не обеспечивают нужную обработку поверхностей (шероховатость и т. д.) продолжается поиск информации (блок алгоритма 4).



Алгоритм выбора режимов и оборудования технологии изготовления узлов АКП

В блоке алгоритма 6 производится работа по проектированию, созданию и заполнению таблиц базы данных режимов, оснастки и оборудования изготовления неразъёмного соединения выбранных материалов диффузионной сваркой. Массив данных блока 6 алгоритма производит поиск из информационной базы данных основных параметров диффузионной сварки, где сравнивается с критическими значениями необходимых рабочих характеристик получаемых деталей. В 7 блоке алгоритма производится проверка соответствия полученных результатов условиям данных поиска. В случае отсутствия нужного материала для получения нужного узла, продолжается поиск информации (блок 6). В случае недостаточной прочности соединения продолжается поиск информации (блок алгоритма 6). При соответствии полученных результатов заданным условиям производится выбор сварочного оборудования (блок 7). Проверяется соответствие параметров оборудования найденным режимам диффузионной сварки (блок 6). Производится проверка соответствия полученных параметров условиям поиска (блок 8). При соответствии данные массива передается в блок 9, а при несоответствии алгоритм возвращает его в блок 2 для продолжения информационного поиска. Составляется технологический процесс диффузионной сварки материалов узла по найденным в массиве базы данных режимам и оборудованию (блок 10).

Теоретические основы алгоритма построения технологического процесса изготовления деталей и узлов аэрокосмического производства проектируются на основании предлагаемого авторами запатентованного способа соединения [1] и технологической оснастки [2] а также, получивших регистрацию в реестре Российской Федерации баз данных [3] и [4].

Предлагаемый способ компьютерного проектирование и управления технологическими процессами изготовления деталей значительно упрощает организационные работы и сокращает время подготовки производства при изготовлении деталей и узлов аэрокосмического производства.

Библиографические ссылки

1. Пономарев С. И., Прокопьев С. В., Ереско С. П., Ереско Т. Т. Способ соединения жаропрочного сплава на кобальтовой основе с керамикой на основе нитрида кремния // Патент России № 2433026 2011. Оpubл. 10.11.2011. Бюл. № 31.
2. Пономарев С. И., Ереско С. П., Ереско Т. Т. Установка для получения металлокерамических изделий // Патент России № 93722. Оpubл. 10.05.2010. Бюл. № 13.
3. Пономарев С. И., Ереско С. П., Ереско Т. Т. Атрибутивная база данных для создания технологических процессов получения деталей аэрокосмического производства диффузионной сваркой // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013621572. Оpubл. 20.01.2014. Бюл. № 1.
4. Пономарёв С. И., Ручкин Л. В., Ручкина Н. Л. Атрибутивная база данных технологического оборудования, инструмента и приспособлений для механической обработки деталей аэрокосмического производства // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620691. Оpubл. 20.06.2014. Бюл. № 6.

© Пономарёв С. И., 2015

УДК 621.313.13.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ЛИНЕЙНОГО ПРИВОДА В УДАРНО-ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ³

А. А. Фадеев

Научный руководитель – Т. Т. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: fadeev.77@mail.ru

Представлена математическая модель, которая позволяет оценить степень влияния параметров линейного электродинамического привода ударного действия на параметры обработки.

Ключевые слова: удар, ударное устройство, математическая модель, линейный электродинамический привод.

THE STUDY OF THE ELECTRODYNAMIC LINEAR DRIVE IN SHOCK-PULSE MODE

A. A. Fadeev

Scientific supervisor – T. T. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: fadeev.77@mail.ru

The mathematical model which allows to estimate extent of influence of parameters of a linear electrodynamic actuator impact on the processing parameters.

Keywords: blow, impact device, mathematical model, linear electrodynamic drive.

Перспективным направлением разработки машин ударного действия является использование в них электродинамических линейных двигателей (ЛЭДД). Основными достоинствами таких машин (по сравнению электромагнитными – самыми распространенными) является: высокое быстродействие, отсутствие магнитных материалов, универсальность: одну и ту же конструкцию привода можно использовать для различных технологических операций.

Однако широкое распространение электродинамических линейных машин сдерживается следующими факторами [1].

1. *Ограниченный объем исследований по данной тематике.* Известны результаты работы единичных экземпляров, что и является следствием небольшого объема статистических данных.

2. *Сложность структурного анализа и моделирования режимов работы с учетом конструктивных особенностей.* Это связано с необходимостью использования системного подхода к процессу моделирования и большим объемом вычислений.

3. *Сложность проектирования установок на базе электродинамических приводов и их систем управления.* Решения этой задачи влияет на поиск и определение оптимальных параметров конструкции и режимов работы.

Основной проблемой является трудность осуществления независимого регулирования энергии и частоты ударов. Естественно, реализация такого привода затруднительна без электронного блока управления, выдерживая при этом оптимальную длительность ударных импульсов тока, повышая тем самым КПД привода в целом.

Для того чтобы разработать конструкцию блока управления и определить режимы работы установки необходимо разработать математическую модель описывающую движение ударного бойка.

На основании закона Ньютона движение бойка будет определять действующие на него силы:

³ Результаты получены при выполнении госзадания Минобрнауки России № 9.447.2014/К.

$$m_6 \frac{d^2 x_6}{dt^2} = \sum_{i=1}^n \overline{F_i}, \quad (1)$$

где x_6 – перемещение бойка, м; m_6 – масса бойка (равная сумме масс инструмента и якоря), кг; F_i – силы действующие на ударную систему, Н.

При взводе бойка (инструмент соединен с якорем ЛЭДП; при подаче напряжения на обмотку якоря происходит его втягивание в корпус индуктора) на него будут действовать статическое усилие со стороны обмотки индуктора [1]:

$$m_6 \frac{d^2 x_6}{dt^2} = F_{ст} = \frac{I_я N_я \pi d_{ср.я} B_з}{P_я}, \quad (2)$$

где $d_{ср.я}$ – средний диаметр якоря, м; $N_я$ – число витков якоря; $B_з$ – магнитная индукция в зазоре, Тл; $I_я$ – величина тока в обмотке якоря, А; $P_я$ – коэффициент, принятый при расчете активной длины якоря, учитывающий отношение t_Φ (толщина магнитного фланца) и $l_{ая}$ (длина обмотки).

Разгон бойка осуществляется под действием электромагнитной силы за счет изменения направления тока в обмотке якоря и выталкивания его из индуктора:

$$m_6 \frac{d^2 x_6}{dt^2} = F_{эм} = \frac{\pi d_{ср.я} N_я B_з (U_я P_я + \pi V_p d_{ср.я} N_я B_з)}{R_{я.А} P_я^2}, \quad (3)$$

где $U_я$ – напряжение питания обмотки якоря, В; V_p – реверсивная скорость движения якоря, мм/мин; $R_{я.А}$ – активное сопротивление катушки якоря, Ом.

В конце разгона боек производит удар по поверхности и тормозится под действием силы упруго-пластической деформации (причем величина $\alpha_{y-n} = x_6$) [2]:

$$m_6 \frac{d^2 x_6}{dt^2} = F_{эм} - k \alpha_{y-n} = \frac{\pi d_{ср.я} N_я B_з (U_я P_я + \pi V_p d_{ср.я} N_я B_з)}{R_{я.А} P_я^2} - k \alpha_{y-n}, \quad (4)$$

где k – коэффициент сопротивления внедрению бойка, Н/м; α_{y-n} – величина упругопластической деформации, м.

Преобразуя уравнение (4) относительно следующих параметров:

ЭДС, наводимая в обмотке якоря:

$$E = U_я = V_0 N_я \pi d_{ср.я} B_з P_я, \quad (5)$$

где V_0 – начальная скорость разгона якоря, м/с.

Реверсивная скорости движения

(разгона) якоря:

$$V_p = V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right) = \frac{dx_6}{dt} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right), \quad (6)$$

где t – время разгона, с; T_m – постоянная времени разгона, с.

Конструктивного параметра двигателя:

$$z = \frac{\pi d_{ср.я} N_я}{P_я}. \quad (7)$$

Значения тока в обмотке якоря:

$$I_я = \frac{U_я}{R_{я.А}}. \quad (8)$$

С учетом сопротивление движению за счет вязкого трения смазки в направляющих якоря:

$$F_{вт} = k_d V_p = \mu \frac{S_m}{h_{см}}, \quad (9)$$

где k_d – коэффициент демпфирования, Н*с/м; μ – динамическая вязкость, Па·с; S_m – площадь трения, м²; $h_{см}$ – толщина слоя смазки.

Получим следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{d^2 x_{\delta}}{dt^2} = \left(\frac{z^2 B_3^2}{m_{\delta} R_{\text{я.А.}}} - \frac{k_{\text{д}}}{m_{\delta}} \right) \cdot \frac{dx}{dt} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{Tm}} \right) + \frac{z B_3 I_{\text{я}}}{m} - k \frac{\alpha_{\text{у-п}}}{m}. \quad (10)$$

Таким образом, уравнение (10) описывает движение якоря с инструментом в момент удара бойка о поверхность. Как видно из уравнения, в правой части первый член характеризует суммарное динамическое усилие, возникающее при изменении скорости движения якоря с инструментом. Второй член уравнения характеризует статическое усилие развиваемое обмоткой якоря двигателя. Оба первых члена зависят от конструктивного параметра якоря ЛЭДП (z) и магнитная индукция (B_3), создаваемой в зазоре обмоткой индуктора. Третий член уравнения упрощенно определяется величиной необходимой упругопластической деформации ($\alpha_{\text{у-п}}$) обрабатываемого материала и свойствами пары материалов (k) «боек – поверхность». Для подробного рассмотрения процессов упругопластического взаимодействия «боек – поверхность» необходимо решить контактную задачу.

С помощью полученной модели можно оценить технологические характеристики ЛЭДД работающего в ударно-импульсном режиме при различных конструкционных и технологических параметрах обработки для различных групп материалов.

Библиографические ссылки

1. Шестаков И. Я., Стрюк А. И., Фадеев А. А. Линейные электродинамические двигатели. Конструирование. Практическое использование : монография / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 148 с.
2. Киричек А. В., Соловьев Д. Л., Лазуткин А. Г. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием. М. : Машиностроение, 2004. 228 с. Сер. Библиотека технолога.

© Фадеев А. А., 2015

УДК 622.24:681.52

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ДИНАМИКУ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

М. Н. Хахалин, В. А. Кудрявцев
Научный руководитель – В. Г. Жубрин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: v2551439@gmail.com

Приведены результаты исследования на математической модели динамических характеристик гидромеханического привода вращения рабочего оборудования мобильной бурильной машины. С целью ликвидации причин отказов карданных валов привода предложена установка упругой муфты.

Ключевые слова: привод, карданный вал, упругая муфта, крутильные колебания.

EVALUATION OF THE INFLUENCE ON DYNAMICS DAMPING ELEMENTS HYDROMECHANICAL DRIVE

M. N. Khakhalin, V. A. Kudryavtsev
Scientific supervisor – V. G. Zhubrin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: v2551439@gmail.com

The results of research on the mathematical model of the dynamic nature of the stick-hydro-mechanical drive rotation of the mobile equipment drilling machine. In order to eliminate the causes of failures driveshafts drive offered mouth-Novka flexible coupling.

Keywords: drive, propeller shaft, flexible coupling, torsional oscillations.

Крутильные колебания упруго-массовых систем относятся к тем опасным динамическим нагрузкам, которые могут приводить к аварийным повреждениям валов, редукторов, упругих муфт и других элементов механических и гидромеханических приводов машин. В данной работе в качестве объекта исследования выбран гидромеханический привод рабочего оборудования бурильной машины. Привод включает двигатель, раздаточную коробку, два карданных вала и фрикционную муфту. Ранее проведенные исследования позволили установить высокочастотный характер крутильных колебаний одного из карданных валов. Угловая деформация достигала 0,018 рад, а крутящий момент 600 Нм, что в 1,5 раза превышает допустимые нормы.

Средством защиты от резонансных крутильных колебаний, возникающих в механизме, служат упругие муфты. Эти муфты характеризуются наличием упругого элемента, за счет деформации которого осуществляется взаимное перемещение деталей муфты.

При работе упругих муфт всегда имеют место потери энергии на трение (внутреннее и внешнее), сопровождающее деформацию упругих элементов, т. е. упругие муфты обладают свойством демпфирования или способностью необратимо поглощать механическую энергию. В представленной работе рассматривается возможность ввода в систему карданный вал – раздаточная коробка втулочно-пальцевой упругой муфты.

Расчетная динамическая схема трансмиссии бурильно-крановой машины с упругой муфтой изображена на рис. 1.

Систему дифференциальных уравнений, описывающую колебания динамической модели, изображенной на рис.1, можно представить следующим образом:

$$\begin{aligned}
 J_1 \ddot{\varphi}_1 &= M_{\text{дв}}^{\text{пр}} - C_{\text{к}}(\varphi_1 - \varphi_2) - f_{\text{к}}(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2), \\
 J_2 \ddot{\varphi}_2 &= C_{\text{к}}(\varphi_1 - \varphi_2) + (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - C_{\text{у}}(\varphi_2 - \varphi_3) + f_{\text{у}}(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3), \\
 J_3 \ddot{\varphi}_3 &= C_{\text{у}}(\varphi_2 - \varphi_3) - f_{\text{у}}(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3) - M_{\text{н}}^{\text{пр}} - M_{\text{м}}^{\text{пр}}, \\
 J_4 \ddot{\varphi}_4 &= M_{\text{н}}^{\text{пр}} - M_{\text{с}}^{\text{пр}},
 \end{aligned}$$

где $f_{\text{к}}$ – коэффициент, учитывающий трение в шарнирах; $f_{\text{у}}$ – коэффициент, учитывающий действие эквивалентного демпфирующего момента.

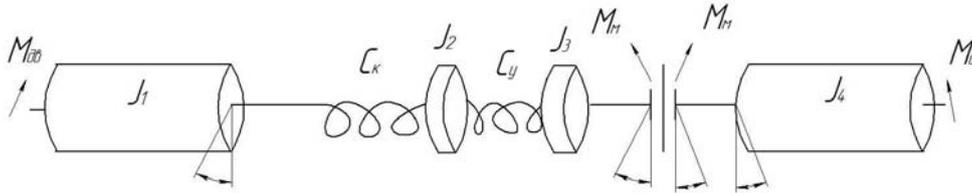


Рис. 1. Расчётная динамическая схема привода с упругой муфтой:

J_1 – приведенный к первому кардану момент инерции двигателя; J_2 – приведенный к первому кардану момент инерции кардана и упругой полумуфты; J_3 – приведенный к упругой муфте момент инерции второй полумуфты, раздаточной коробки, гидронасоса и ведущей части фрикциона; J_4 – приведенный к ведомой части фрикциона момент инерции ведомой части, второго кардана и буровой штанги; $M_{\text{дв}}$ – момент, развиваемый двигателем; $M_{\text{с}}$ – момент сил сопротивления бурению; $C_{\text{к}}$ – жесткость первого кардана; $C_{\text{у}}$ – жесткость упругой муфты; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ – углы поворота приведенных масс.

Момент сопротивления бурению формировался на основании исследований [1; 3], момент на валу двигателя определялся его скоростной характеристикой [2].

Для сравнительной оценки нагруженных состояний карданного вала с введением упругой муфты и без нее построен график (рис. 2), на котором показан характер изменения крутящего момента на карданном валу в обоих случаях.

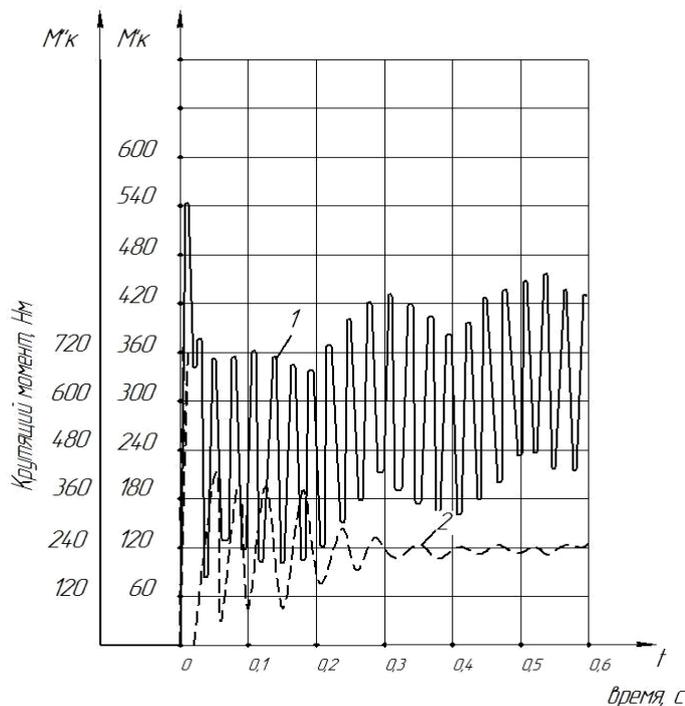


Рис. 2. Изменение крутящего момента на карданном валу:
 - - - - - с упругой муфтой (2); - - - - - и без неё (1)

Из графика видна очевидность преимущества введения упругой муфты в трансмиссию машины. При исследованиях без упругой муфты наблюдались интенсивные высокочастотные колебания около средней величины 300 Нм, которые продолжались в течении всего процесса бурения.

Введение упругой муфты позволило избавиться от опасных с точки зрения преждевременных разрушений, высокочастотных колебаний. Причем уровень динамических нагрузок снижается до 240 Нм.

Библиографические ссылки

1. Разработка сезонно-мерзлых грунтов Восточной Сибири траншейными экскаваторами : монография / С. И. Васильев, С. П. Ереско, В. Г. Жубрин, Б. В. Осипенко. Красноярск : Изд-во СФУ, 2010. С. 140.

2. Ереско С. П., Жубрин В. Г., Шустов В. Л. Разработка и исследование математической модели гидропривода бурильной машины // Строительные и дорожные машины. 2009. № 3. С. 37–41.

3. Васильев С. И., Ереско С. П. Исследование процесса резания грунтов с гравийно-галечниковыми включениями роторными рабочими органами // Системы. Методы. Технологии : науч. период. журн. Братск : Изд-во БрГУ. 2010. № 4 (8). С. 145–153.

© Хахалин М. Н., Кудрявцев В. А., 2015

УДК 621.52

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ УЗЛОВ (ДЕТАЛЕЙ) МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

И. И. Хоменко, Д. В. Раводина
Научный руководитель – Т. Т. Ереско

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: khomenko.igor.iv@gmail.com

Разработана технология нанесения покрытия методом вакуумной металлизации на деталь – ролик узла восстановления сварочных электродов. Определены основные параметры вакуумной металлизации: соотношение плазмообразующего и реакционного газов (Ar/N), рабочее давление, параметры ионно-распылительной системы (сила тока и напряжение).

Ключевые слова: ролик узла восстановления сварочных электродов, твердость, шероховатость, износостойкость, вакуумная металлизация.

INCREASE THE LIFETIME OF NODES (DETAILS) MACHINE TOOL

I. I. Khomenko, D. V. Ravodina
Scientific supervisor – T. T. Eresko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: khomenko.igor.iv@gmail.com

A technology for coating by vacuum metallization on the detail – roller assembly restoration of welding electrodes. The main parameters of the vacuum metallization: The ratio of the reaction gas and the plasma (Ar / N), the operating pressure, the parameters of the ion-spray system (current and voltage).

Keywords: roller assembly restoration of welding electrodes, hardness, roughness, wear resistance, vacuum metallization.

В настоящее время в машиностроении актуальной задачей является увеличению ресурса работы узлов (деталей) оборудования различного назначения. Так, например, при автоматической сварке широко применяются медные электроды. В процессе сварки в результате влияния термомеханических факторов происходит изменение поверхности электродов, что оказывает отрицательное влияние на параметры процесса [1].

Для восстановления первоначальной формы электродов их обкатывают роликами специальной головки узла восстановления. К роликам узла восстановления предъявляются следующие требования: высокая твердость и износостойкость поверхности, низкая шероховатость, минимальный избирательный перенос материала электрода на поверхность ролика. Точность изготовления, твердость, шероховатость обеспечивается заводом изготовителя [2].

Задачей повышения износостойкости является увеличение твердости поверхностного слоя и устранение налипания материала электрода на ролики. Исходя из результатов анализа научной литературы и патентных источников и основываясь на собственном производственном опыте, в качестве материалов износостойких покрытий авторами были выбраны нитриды хрома и титана, наносимые методом вакуумной металлизации. В настоящем исследовании произведен выбор оборудования, метода испарения материала, определены режимы напыления и спроектирована оснастка [3].

Для реализации метода вакуумной металлизации выбрано оборудование с магнитно-ионным распылением материала. Процесс нанесения покрытия осуществлялся методом ионного распыления поверхности катода – наносимого материала покрытия. Так, для распыления титана использованы катоды из титанового сплава ВТ-1-0. В целях экономии использования материала катода была дора-

ботана конструкция катода которая позволяет распылять дорогостоящие материалы с большей экономией, на конструкцию катода была подана заявка на изобретение. Также была доработана технологическая оснастка, позволяющая эффективнее использовать рабочее пространство вакуумной камеры.

Обрабатываемая деталь имеет сложную пространственную форму, что существенно влияет на основные параметры режима вакуумной металлизации, а также на конденсацию распыляемого материала на ее поверхности, что требует соответствующего выбора параметров режима напыления. Деталь изготовлена из вольфрамо-кобальтового сплава (ВК-20) методом горячего прессования, что в значительной степени сказывается на внекамерную подготовку поверхности. Разнородные составляющие сплава (карбид вольфрама и кобальт), а также относительно высокая пористость материала создают определенные трудности на этапе очистки деталей.

С учетом вышеизложенного, разработана технология нанесения покрытия (материал покрытия – нитрид титана или хрома) методом вакуумной металлизации на деталь – ролик узла восстановления сварочных электродов. Технология состоит из следующих этапов: внекамерной подготовки поверхности, внутрикамерной подготовки, непосредственно процесса металлизации и контроля покрытия. Определены основные параметры вакуумной металлизации: соотношение плазмообразующего и реакционного газов (Ar/N), рабочее давление, параметры ионно-распылительной системы (сила тока и напряжение).

Библиографические ссылки

1. Справочник оператора установок по нанесению покрытий в вакууме / А. И. Кострижицкий, В. Ф. Карпов, М. П. Кабаченко и др. М. : Машиностроение, 1991. 176 с.
2. Шебеко Л. П. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки. М. : Высш. шк., 1986. 279 с
3. Виноградов В. С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки. М. : Высш. шк.; Академия, 1997. 391 с.

© Хоменко И. И., Раводина Д. В., 2015

УДК 621.3.029.6

**МИКРОПОЛОСКОВЫЙ ДВУХПОЛОСНЫЙ ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЙ ФИЛЬТР
НА ОСНОВЕ 2D-ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА РАЗМЕРНОСТЬЮ 3×2 ***

Б. А. Беляев^{1,2}, С. А. Ходенков¹, С. В. Ефремова¹, В. В. Храпунова¹

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: hsa-sibsau@mail.ru

²Институт физики имени Л. В. Киренского СО РАН
Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение № 38
E-mail: belyaev@iph.krasn.ru

Предложена конструкция двухполосного полосно-пропускающего фильтра основе двумерного (2-D) фотонного кристалла размерностью 3×2 . В экспериментальном микрополосковом устройстве с высокими частотно-селективными свойствами, резонансы полосковых проводников первого и второго ряда формируют две близко расположенные по частотам полосы пропускания (ПП).

Ключевые слова: двухполосный полосно-пропускающий фильтр, 2-D фотонный кристалл.

**THE MICROSTRIP DOUBLE-BAND BAND-PASS FILTER BASED
ON 2D-PHOTONIC CRYSTAL HAVING DIMENSION 3×2**

B. A. Belyaev^{1,2}, S. A. Khodenkov¹, S. V. Efremova¹, V. V. Khrapunova¹

¹Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: hsa-sibsau@mail.ru

²Kirensky Institute of Physics
50, stroenie № 38, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation
E-mail: belyaev@iph.krasn.ru

The construction of double-band band-pass filter based on 2-D photonic crystal having dimension 3×2 is suggested. The experimental microstrip structure has high frequency selective properties, the resonances of strip conductors of the first and second row form double pass-bands which are close located on frequencies.

Keywords: double-band band-pass filter, 2-D photonic crystal.

Как известно [1], фотонные кристаллы представляют собой особый тип естественных и искусственных структурноорганизованных сред, неоднородности в которых меняются периодически в одном, двух или трех измерениях с характерным пространственным масштабом периодичности порядка оптической длины волны [2].

В настоящее время широко исследуются свойства искусственных фотонных кристаллов и активно разрабатываются перспективные устройства на их основе, в том числе и микрополосковые [3].

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, МК-5942.2014.8.

В настоящей работе предложена конструкция микрополоскового двухполосного полосно-пропускающего фильтра на основе 2-D фотонного кристалла размерностью 3×2 . Его трехмерная модель представлена на рис. 1, на одну сторону диэлектрической подложки 1, обладающей диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 80$ и толщиной $h = 1$ нанесены полосковые проводники 3–7, на другой ее стороне расположено заземляемое основание 2. При этом проводники 3–6 являются аналогами двухмерно расположенных протяженных неоднородностей в структуре фотонных кристаллов.

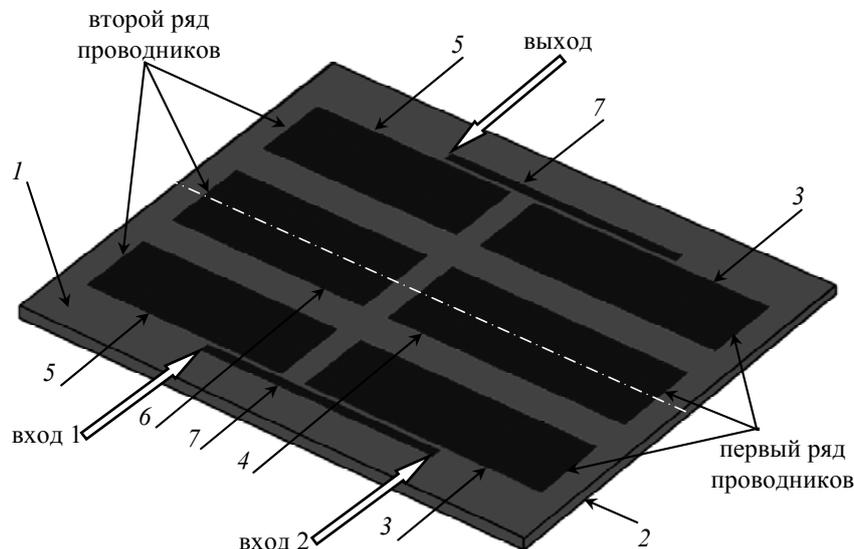


Рис. 1. Трехмерная модель микрополоскового двухполосного полосно-пропускающего фильтра

Принцип действия фильтра заключается в следующем: полосковые проводники первого ряда 3 и 4 формируют первую рабочую низкочастотную полосу пропускания (рис. 2), их размеры подобраны так, что в этой полосе наблюдаются три резонанса. Проводники второго ряда 5 и 6 формируют вторую рабочую высокочастотную полосу пропускания, аналогично их размеры подбираются также, чтобы в этой полосе тоже наблюдались три резонанса. Понижение и повышение центральных частот первой и второй рабочих полос пропускания в основном осуществляется увеличением и сокращением длин проводников в рядах. Раздвижка и сближение первой и второй рабочих ПП в основном осуществляется увеличением и уменьшением разницы длин проводников рядов, а изменение зазора между ними позволяет регулировать их относительную ширину.

Улучшение таких селективных свойств, как прямоугольность склонов рабочих полос пропускания и увеличение подавления паразитной мощности в низкочастотной и высокочастотной полосе заграждения может осуществляться за счет роста числа N оптимально подобранных по размерам проводников в каждом ряду, при этом, число резонансов в каждой рабочей полосе пропускания также возрастает до N . Простота их настройки обусловлена тем, что подстройка размеров проводника одного ряда существенно влияет на рабочую полосу пропускания, которую формирует этот ряд и совсем незначительно влияет на другую рабочую полосу пропускания.

Экспериментальный фильтр был изготовлен на стандартной подложке (48×30 мм²) из традиционного материала СВЧ-техники (керамика ТБНС). Его конструктивные параметры были следующими: длина и ширина крайних узких полосковых проводников (7) смещенных от нижнего края проводников 3 (вдоль линии осевой симметрии) на 9,1 мм – $22,1 \times 0,9$ мм², соответственно. Длина и ширина проводников первого ряда 3 – $22,3 \times 6,3$ мм², соответственно, длина и ширина проводников второго ряда 5 – $18,7 \times 6,3$ мм², соответственно, зазор между этими проводниками первого и второго ряда – 2,1 мм. Длина и ширина центрального проводника первого ряда 4 – $22,4 \times 7,30$ мм², соответственно, длина и ширина центрального проводника второго ряда 6 – $18,4 \times 7,3$ мм², соответственно, зазор между этими проводниками – 2,3 мм. Зазоры между крайними проводниками 7 и проводниками 3, 5 – 0,2 мм, между проводниками 3, 5 и проводниками 4, 6 – 3,0 мм.

Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) прямых и обратных потерь двухполосного полосно-пропускающего фильтра показаны на рис. 2а,б для смежного и диагонального подключения тракта СВЧ к крайним проводникам, соответственно (вход 1 – выход и вход 2 – выход на рис. 1, со-

ответственно). При этом АЧХ практически идентичны, на них наблюдаются полюса затухания мощности, которые повышают прямоугольность рабочих полос пропускания и значительно подавляют паразитную мощность, особенно на низких частотах.

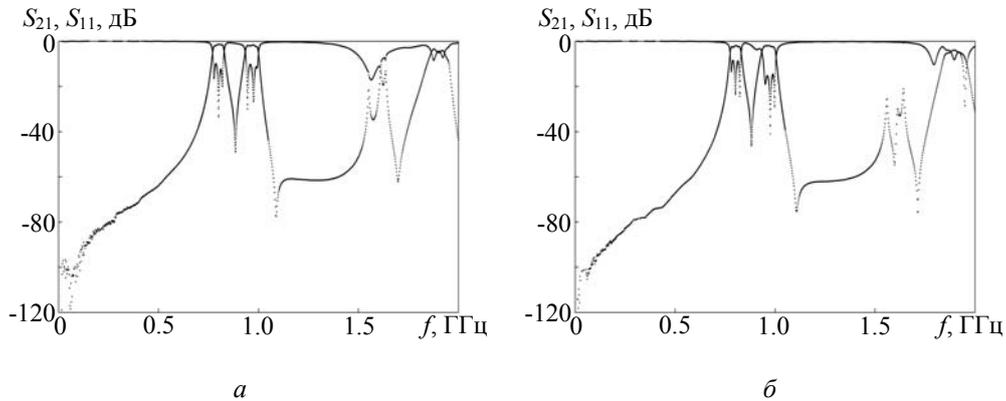


Рис. 2. АЧХ микрополоскового двухполосного полосно-пропускающего фильтра: *a* – смежное подключение портов; *б* – диагональное подключение портов

При смежном (диагональном) подключении тракта СВЧ к крайним проводникам, двухполосный фильтр имеет относительную ширину первой и второй рабочей полосы пропускания $\Delta f/f_0 \approx 7,0\%$ и $\Delta f/f_0 \approx 6,6\%$ ($\Delta f/f_0 \approx 6,7\%$ и $\Delta f/f_0 \approx 7,2\%$), измеренную по уровню -3 дБ от уровня минимальных потерь, которые составляли величину $L_{\min} \approx 1,4$ дБ и $L_{\min} \approx 1,7$ дБ ($L_{\min} \approx 1,8$ дБ и $L_{\min} \approx 1,9$ дБ) на центральной частоте первой и второй полосы пропускания $f_0 \approx 0,80$ ГГц и $f_0 \approx 0,97$ ГГц, совпадающей для обоих случаев подключения тракта СВЧ.

Таким образом, предложенная конструкция двухполосного фильтра на основе 2D-фотонного кристалла, за счет полюсов затухания мощности, имеет высокие частотно-селективные свойства и при этом отличается простотой настройки полос пропускания даже при увеличении полосковых проводников в рядах.

Библиографические ссылки

1. Шабанов В. Ф., Ветров С. Я., Шабанов А. В. Оптика реальных фотонных кристаллов. Жидкокристаллические дефекты, неоднородности. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. 240 с.
2. Ветров С. Я., Тимофеев И. В. Лекции по оптике фотонных кристаллов : учеб. пособие. Красноярск : Изд-во СФУ, 2008. 212 с.
3. Исследование полосно-пропускающих фильтров на микрополосковом двумерном фотонном кристалле / Б. А. Беляев [и др.] // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии : материалы XVII Междунар. Крымской конф. Севастополь, 2007. С. 469–470.

© Беляев Б. А., Ходенков С. А., Ефремова С. В., Храпунова В. В., 2015

УДК 621.391.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СПУТНИКОВЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

Н. Н. Бурдуковская
Научный руководитель – Д. Ю. Пономарев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nadyaburd@gmail.ru

Проведен анализ существующих технологии спутниковой связи для выявления из них наиболее перспективных. На основе результатов анализа сделаны выводы об основных характеристиках, необходимых для оценки процессов передачи данных в перспективных спутниковых сетях.

Ключевые слова: спутниковые сети связи, технологии, пропускная способность, характеристики, пакет, канал, данные.

MODERN TECHNOLOGIES OF SATELLITE NETWORKS

N. N. Burdukovskaya
Scientific supervisor – D. U. Ponomarev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nadyaburd@gmail.ru

The existing technologies of satellite networks have been analysed for choosing perspective. Based on the results of the analysis we draw the conclusions about the main characteristics needed for the evaluation of data transfer processes in perspective satellite networks.

Keywords: satellite telecommunications network, technologies, throughput, characteristics, burst, link, data.

Связь в жизни современного человека играет важную роль, телефонные разговоры, спутниковое телевидение, Интернет, видеозвонки и прочие услуги. На сегодняшний день существуют различные технологии связи, каждая из которых обладает рядом достоинств и недостатков.

Объектом изучения выступит набирающее популярность направление спутниковых сетей связи. Главными их достоинствами являются мобильность и независимость затрат на связь от расстояния между абонентами. Также использование спутниковых сетей практически снимет ограничение на глобальный доступ.

Технология Frame Relay (ретрансляция кадров) обеспечивает возможность передачи данных с коммутацией пакетов через интерфейс между устройствами пользователя и оборудованием сети. Frame Relay передает кадры, не изменяющиеся при переходе через коммутатор. Каналы связи имеют постоянный характер, что влияет на уровень сетевого трафика [1]. Использование статистического мультиплексирования обеспечивает гибкое и эффективное использование доступной полосы пропускания.

Преимущество Frame Relay заключается в их низкой протокольной избыточности кода и дейтаграммном режиме работы, что обеспечивает высокую пропускную способность и небольшие задержки кадров [4].

При передаче Frame Relay не гарантирует точность данных, однако возможно обнаружение ошибочных битов с помощью избыточного кода CRC (механизм исправления ошибок отсутствует).

Диапазон скорости передачи данных от 56 Kb/c до 2 Mb/c, в настоящее время Frame Relay может обеспечивать более низкие и более высокие скорости.

Разработанная в 1975 году фирмой Херох технология сетевого доступа Ethernet одна из самых популярных в мире на сегодняшний день. Своей популярностью она обязана фирмам DIX, которые совместно разработали технологию и опубликовали ее в открытом доступе, что позволило людям по всему миру использовать ее [3].

Существуют разные виды стандартов Ethernet и все они используют один метод разделения среды передачи данных CSMA/CD.

CSMA/CD – метод коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий [4]. Обеспечивает непосредственный доступ к среде, что позволяет создавать передачу данных между любыми узлами сети.

Asynchronous Transfer Mode (ATM) – асинхронный режим передачи – технология, сочетающая в себе коммутацию каналов и пакетов. Осуществляет передачу данных небольшими пакетами фиксированной длины по виртуальным каналам. В ATM имеется протокол маршрутизации PNNI, позволяющий строить таблицы маршрутизации автоматически [5].

ATM разрабатывалась как технология способная поддерживать коммутируемое или постоянное соединение, которое предоставляется пользователю на время передачи. Передача информация в ATM осуществляется «ячейками» длиной 53 байта, из которых 48 байт относятся к полю данных и 5 байт к заголовку. Небольшая длина позволяет легко перемежать ячейки, используемые для различных приложений и образовывать групповой сигнал. Ячейки передаются в строгой последовательности друг за другом, это позволяет повысить скорость передачи и обработки сигнала.

ATM обеспечивает качественное обслуживание разнородного трафика. В настоящее время одна из наиболее перспективных и быстро развивающихся технологий области связи.

Скорость передачи данных ATM составляет 155 Мбит/с – 2 200 Мбит/с. Высокая скорость передачи данных позволяет передавать информацию в реальном времени.

VSAT (Very Small Aperture Terminal) – малая спутниковая земная станция, обладающая теми же техническими возможностями, что и большие спутниковые комплексы. Чаще всего применяется для построения сетей связи на далеких расстояниях. Диаметр не превышает 4х метров.

Сети VSAT относятся к классу фиксированной спутниковой службы, космический сегмент базируется на геостационарных спутниковых ретрансляторах [2] И включают в себя помимо самого спутника ещё два основных элемента: центральную управляющую станцию (ЦУС) оператора спутниковой связи и абонентские терминалы VSAT. Спутниковые антенны и компактные терминалы VSAT размещаются непосредственно в удалённых участках, они поддерживают широкий спектр услуг, передачу данных, видео, голоса и т. д.

Передача цифровой информации в сетях VSAT характеризуется низким уровнем ошибок и надёжной работой. VSAT используется корпоративными сетями (федеральные и ведомственные органы власти, армия, управление воздушным движением, торговля, банки и т. д.) [6].

Существенной проблемой является зависимость от атмосферной влажности (дождь, туман, облачность). Однако эта проблема, решаемая, устраняется при проектировании методом правильного выбора места установки антенны.

Скорость работы по спутниковому каналу для VSAT составляет от 16 Кбит/с до 10 Мбит/с и более.

Основные достоинства технологии VSAT:

- гибкость конфигурации и широкий охват территории;
- поддержка разных услуг связи;
- возможность управления дистанционно и хорошая управляемость;
- высокое качество передачи данных в сочетании с экономичностью и высокой эффективностью;
- низкая стоимость и простота оборудования [2].

Передача по спутниковым каналам связи сравнительно недорогая и гибкая альтернатива кабельным и волоконно-оптическим каналам. Они позволяют расширить сеть и объединить глобальное пространство связи.

Сети технологии VSAT отвечают всем требованиям современного рынка связи. Способны адаптироваться под клиента, они используются в высокотехнологичных отраслях предпринимательской деятельности. Из этого можно сделать вывод о перспективности сетей технологии VSAT.

ATM обеспечивает качественное обслуживание разнородного трафика. В настоящее время одна из наиболее перспективных и быстро развивающихся технологий области связи.

Библиографические ссылки

1. Ропчан С. Абсолютно все о Frame Relay // Системный администратор/компьютерный журнал. 2003. № 2(3). С. 26–30.
2. Камнев В. Е., Черкасов В. В., Чечин Г. В. Спутниковые сети связи. М. : Альпина Паблишер, 2004. 536 с.
3. Филимонов А., Бусыгин А. Сети ЭВМ и телекоммуникации [Электронный ресурс]. URL: <http://lectures.net.ru> (дата обращения: 1.04.2015).
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб. : Питер, 2006. С. 958.
5. Хилл Б. Полный справочник по Cisco. М. : Вильямс, 2004. 1079 с.
6. Гладченков А. Спутниковые технологии VSAT и информационная безопасность сети // Журнал сетевых решений /LAN. 2007. № 9(134). С. 40–44.

© Бурдуковская Н. Н., 2015

УДК 628.16.087

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАФРАГМЫ

Е. А. Васильева
Научный руководитель – И. Я. Шестаков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: evgen_vasilyeva@mail.ru

Представлены экспериментальная установка, расчёт времени электролиза и результаты исследований очистки воды от ионов хрома электрохимическим способом при использовании диафрагмы.

Ключевые слова: вода, электрохимическое воздействие, постоянный ток.

WATER CLEANING FROM METAL IONS BY ELECTROCHEMICAL TREATMENT BY USING THE DIAPHRAGM

E. A. Vasilyeva
Scientific supervisor – I. Ya. Shestakov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: evgen_vasilyeva@mail.ru

The experimental setup, electrolysis time calculation and the results of studies of water cleaning from chromium ions by the electrochemical treatment with the diaphragm are presented in the article.

Keywords: water, electrochemical treatment, direct current.

Загрязнение воды является одной из острых экологических проблем в мире. Более 90 % сточных вод сбрасываются в открытые водоемы без предварительной очистки. В большей мере причиной тому являются сточные воды гальванических производств, содержащие целый ряд ионов металлов, пагубно воздействующих на здоровье людей и окружающую среду. Поэтому рациональное использование водных ресурсов и сохранение чистоты природных вод стало одной из актуальных проблем человечества.

В настоящее время существует большое количество способов очистки воды и водных растворов от ионов хрома – механические, химические, электрические, физические, биологические, комбинированные и др. Например, для очистки воды от железа эффективно используется отстаивание, от меди, никеля, хрома (VI) широко применяют электрокоагуляцию, ионообменные технологии, биологическую очистку и т. д. [1]. Сточные воды гальванических производств содержат совокупность различных ионов металлов при концентрации последних 0,5 мг/л и менее. Однако исследований по очистке воды от ионов хрома при таких концентрациях недостаточно.

В данной статье представлены результаты экспериментальных исследований очистки воды от ионов хрома способом, заключающимся в электрохимическом воздействии током раствора, содержащего пористую диафрагму.

Электрохимический реактор (рис. 1) представляет собой совокупность цилиндрических ёмкостей из пластмассы, установленных коаксиально, по внутренней стенке большой ёмкости (корпуса) установлен катод из нержавеющей стали 12Х18Н10Т (диаметр 98 мм, высота 105 мм, толщина стали 1 мм). На боковой поверхности малой ёмкости (диаметр 70 мм) выполнены многочисленные отверстия, внутри которой помещена брезентовая ткань, выполняющая функцию диафрагмы. В центре малой ёмкости располагается графитовый анод (диаметр 12 мм). Электроды подключали к источнику постоянного тока. Объем заливаемого раствора 0,65 л. Электрический ток пропускали через раствор

в течение 15 минут при силе тока 0,27–0,29 А и напряжении на клеммах электродов 10 В. В воде растворяли соль Cr(VI) при средней концентрации иона хрома $[\text{CrO}_4]^{2-}$ 0,9 г/л.

Для регистрации параметров тока и напряжения процесса использовали прибор – мультиметр FLUKE 179. Источник постоянного тока Б5-8.

Принципиальная схема экспериментальной установки и схема электрохимического реактора представлены на рис. 1.

Степень очистки определяли по формуле

$$Y = \left(\frac{C_o - C_k}{C_o} \right) 100, \quad (1)$$

где C_o , C_k – начальная и конечная концентрации удаляемого иона металла, мг/л.

Таким образом:

$$Y = \left(\frac{892 - 780}{892} \right) 100\% = 12,5\%,$$

где C_o $[\text{CrO}_4]^{2-} = 892$ мг/л;

$$C_k [\text{CrO}_4]^{2-} = 780 \text{ мг/л.}$$

Время электролиза определяли из соотношения [2]:

$$1,3 \cdot E \cdot b \cdot t \geq L \geq 1,0 \cdot E \cdot b \cdot t, \quad (2)$$

где E – напряженность электрического поля между электродами в жидкости, В/см; b – подвижность ионов, $\text{см}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$; t – время электролиза, с; L – расстояние, которое должен пройти ион; K – коэффициент, учитывающий снижение подвижности иона при увеличении концентрации последнего.

Так как очистку раствора проводим от иона Cr^{+6} , то расчет продолжительности электролиза производим для него:

$$t = L / (1,3 \cdot E \cdot b), \quad (3)$$

где $L = 4$ см; $E = 10 \text{ В} / 4,9 \text{ см} = 2,04 \text{ В/см}$; $b [\text{CrO}_4]^{2-} = 0,00074 \text{ см}^2/(\text{с} \cdot \text{В})$ [3]; $k = C_0/C_{p-p} = 0,00776 \text{ моль/л} / 0,001 \text{ моль/л} = 7,76$.

$$t = 4 \text{ см} / (1,3 \cdot 2,04 \text{ В/см} \cdot 0,00074 \text{ см}^2/(\text{с} \cdot \text{В})) \cdot 7,76 = 31,04 / 0,00196248 \text{ с} = 15816,72 \text{ с} = 4,4 \text{ часа.}$$

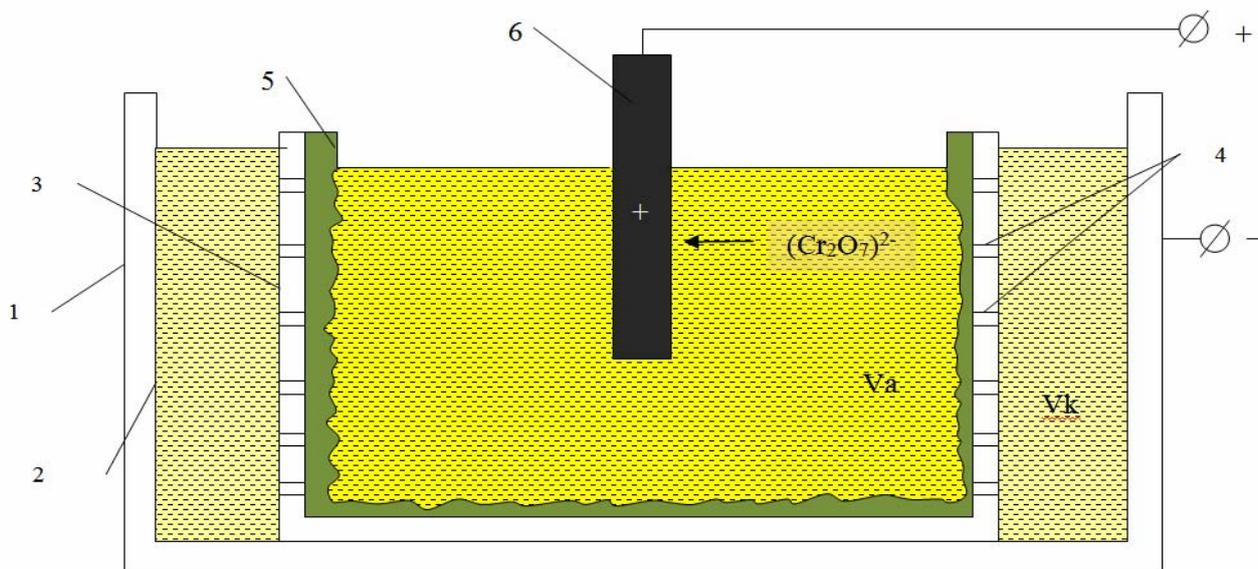


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки:

- 1 – ёмкость из пластмассы; 2 – катод из пластины нержавеющей стали 12Х18Н10Т;
- 3 – пластмассовый стакан с отверстиями; 4 – отверстия в малой ёмкости;
- 5 – диафрагма из брезентовой ткани; 6 – анод из графита

После электролиза раствора воды в течение 15 минут, методом атомной абсорбции был сделан анализ растворов католита и анолита на содержание элемента Cr^{6+} , который показал:

- содержание Cr^{6+} в объеме католита уменьшилось на 0,05 г/л;
- содержание Cr^{6+} в объеме анолита увеличилось на 0,05 г/л.

Таким образом, результат эксперимента показал, что данный способ очистки позволяет уменьшить концентрацию ионов хрома (VI) в прикатодном пространстве. Необходимо активизировать процесс электролиза путем увеличения напряженности электрического поля и заменить материал диафрагмы, что позволит уменьшить время электролиза.

Библиографические ссылки

1. Водное хозяйство промышленных предприятий: справочное издание : в 2 кн. Кн. 1 / В. И. Аксенов [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова. М. : Теплотехник, 2005. 640 с.
2. Пасько О. А., Семенов А. В., Смирнов Г. В., Смирнов Д. Г. Бытовой диафрагменный электролизер. Пат. РФ № 2344996, С 02 F 1/46. Оpubл. 01.2006.
3. Добош Д. Электрохимические константы : справочник для электрохимиков. М. : Мир, 1980. 365 с.

© Васильева Е. А., 2015

УДК 338.246

ИОНИСТОРЫ

В. И. Гриц, Т. В. Дубовой
Научный руководитель – И. Я. Шестаков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: botanic_95@mail.ru

Рассмотрено понятие ионистора, их виды, преимущества и недостатки, их применение, а также предполагаемый способ разработки собственного ионистора.

Ключевые слова: ионистор, конденсатор, двойной электрический слой, применение ионисторов.

ULTRACAPASITORS

V. I. Grits, T. V. Dubovoy
Scientific supervisor – I. Ya. Shestakov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: botanic_95@mail.ru

This article examines the concept of electric double layer capacitors, their types, advantages and disadvantages of their use, as well as the intended way to develop its own electric double layer capacitors.

Keywords: ionistor, capacitor, electric double layer, supercapacitors use.

Иони́стор (суперконденсатор, ультраконденсатор, двухслойный электрохимический конденсатор, англ. EDLC, Electric double-layer capacitor) – электрохимическое устройство, конденсатор с органическим или неорганическим электролитом, «обкладками» в котором служит двойной электрический слой на границе раздела электрода и электролита. Функционально представляет собой гибрид конденсатора и химического источника тока [1].

В связи с тем, что толщина двойного электрического слоя (то есть расстояние между «обкладками» конденсатора) крайне мала, запасённая ионистором энергия выше по сравнению с обычными конденсаторами того же размера. К тому же, использование двойного электрического слоя вместо обычного диэлектрика позволяет намного увеличить площадь поверхности электрода. Типичная ёмкость ионистора – несколько фарад, при номинальном напряжении 2–10 вольт:

1) ионисторы с идеально поляризуемыми углеродными электродами («идеальный» ионистор, ионный конденсатор). Не используют электрохимических реакций, работают за счёт ионного переноса между электродами;

2) ионисторы с идеально поляризуемым углеродным электродом и неполяризуемыми или слабо поляризуемыми катодом или анодом («гибридные» ионисторы). На одном электроде происходит электрохимическая реакция;

3) псевдоконденсаторы – ионисторы, использующие обратимые электрохимические процессы на поверхности электродов. Имеют высокую удельную ёмкость.

Можно выделить следующие преимущества ионисторов:

- удельная энергия симметричных ионисторов меньше, чем у аккумуляторов (5–12 Вт·ч/кг при 200 Вт·ч/кг для литий-ионных аккумуляторов);

- напряжение зависит от степени заряженности;

- возможность выгорания внутренних контактов при коротком замыкании;

- низкое рабочее напряжение по сравнению с другими типами конденсаторов (несколько вольт);

- значительно больший, по сравнению с аккумуляторами, саморазряд: порядка 1 мкА у ионистора $2 \Phi \times 2,5 \text{ В}$;

- большие максимальные токи зарядки и разрядки;
- простота зарядного устройства;
- малая деградация даже после сотен тысяч циклов заряда/разряда. Проводились исследования по определению максимального числа циклов заряд-разряд. После 100 000 циклов не наблюдалось ухудшения характеристик;
- ионистор обладает длительным сроком службы;
- малый вес по сравнению с электролитическими конденсаторами подобной ёмкости;
- низкая токсичность материалов (кроме органических электролитов);
- высокая эффективность (более 95 %) [источник не указан 958 дней];
- неполярность (хотя на ионисторах и указаны «+» и «-», это делается для обозначения полярности остаточного напряжения после его зарядки на заводе-изготовителе).

Ионисторы нашли широкое применение в современной жизни. Например, автобусы на ионисторах от HyundaiMotor представляют собой обыкновенные автобусы с электроприводом, питаемым от бортовых ионисторов. По задумке конструкторов из Hyundai Motor такой автобус будет заряжаться на каждой второй или каждой третьей остановке, причём длительности остановки достаточно для подзарядки автобусных ионисторов. Hyundai Motor позиционирует свой автобус на ионисторах как экономичную альтернативу троллейбусу (нет необходимости прокладывать контактную сеть) или дизельному (и даже водородному) автобусу (электроэнергия пока дешевле дизельного или водородного топлива).

Но особенно перспективны ионисторы в качестве средства реализации системы автономного хода для обычных троллейбусов. Троллейбус, оборудованный ионисторами, по маневренности приближается к автобусу. В частности такой троллейбус может следующее:

- проходить отдельные короткие участки маршрута, не оборудованные контактной сетью (в том числе при необходимости двигаться в объезд, когда на каком-то участке маршрута движение по штатной трассе маршрута невозможно);
- проходить места обрыва линии контактной сети;
- возможность объезжать препятствия даже тогда, когда длина токоприёмных штанг не позволяет это сделать (водитель оборудованного ионисторами троллейбуса в этом случае просто опустит токоприёмные штанги и объедет препятствие, после чего вновь поднимет токоприёмные штанги и продолжит движение в штатном режиме);
- отпадает надобность в развитии контактной сети в депо и на разворотных кольцах на конечных остановках – в депо и на разворотных кольцах оборудованные ионисторами троллейбусы маневрируют с опущенными токоприёмными штангами.

Таким образом троллейбусная система, эксплуатируя оборудованные ионисторами троллейбусы, по гибкости приближается к обычной автобусной.

Согласно заявлениям сотрудников MIT 2006 года, ионисторы могут в скором времени заменить обычные аккумуляторы. Кроме того, в 2009 году были проведены испытания аккумулятора на основе ионистора, в котором в пористый материал были введены наночастицы железа. Полученный двойной электрический слой пропускал электроны в два раза быстрее за счет создания туннельного эффекта. Группа учёных из Техасского университета в Остине разработала новый материал, представляющий собой пористый объемный углерод [2]. Полученный таким образом углерод обладал свойствами суперконденсатора. Обработка вышеописанного материала гидроксидом калия привела к созданию в углероде большого количества крохотных пор, которые в сочетании с электролитом смогли хранить в себе колоссальный электрический заряд.

Для создания собственного ионистора предполагается использовать ветеринарный шприц объемом 20 см³ с латунной арматурой. Сперва отверстие под иглку наглухо закрывается пластилином либо другим подобным материалом. Затем на дно кладется слой фольги и насыпается слой порошка толщиной в 1 сантиметр. Поверх этого слоя кладется полоска фильтровальной бумаги и насыпается еще один такой же слой порошка. Затем все это насыщается раствором поваренной соли в концентрации 100 грамм на литр воды. Потом придавливается поршнем, и все устройство подключается к источнику постоянного тока для зарядки.

Библиографические ссылки

1. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ионистор> (дата обращения: 07.04.2015).
2. URL: <http://go-radio.ru/ionistor.html> (дата обращения: 07.04.2015).

УДК 628.16.087

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРСИОННЫХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

А. А. Евдакова, О. О. Найденко
Научный руководитель – И. Я. Шестаков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nadezhda.mileshkina@mail.ru

Рассмотрено явление образования торсионных полей вокруг вращающегося тела, свойства данных полей и возможные сферы их применения. Также представлены результаты экспериментальных исследований очистки воды от взвешенных веществ и нитратов при помощи очистителей, работающих на основе торсионных полей.

Ключевые слова: вода, торсионное поле, вращающееся тело, спин, очиститель, нитраты, взвешенные вещества.

THE USE OF TORSION FIELDS FOR WATER PURIFICATION

A. A. Evdakova, O. O. Naidenko
Scientific adviser – I. Ya. Shestakov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nadezhda.mileshkina@mail.ru

In the article the phenomenon of the formation of torsion fields around a rotating body, the properties of the data fields and possible fields of their application. Also presents the results of experimental studies of water purification from suspended solids and nitrates with the help of cleaners working on the basis of torsion fields.

Keywords: water, torsion field, rotating body, spin, cleaner, nitrates, suspended solids.

Загрязнение воды является как одной из острейших экологических проблем в мире, так и проблемой в сфере производства. В частности, такие проблемы были отмечены на АО «Красмаш». По данным выписок из протокола Центральной Заводской лаборатории на данном предприятии значительное превышение нормативов содержания взвешенных веществ, нефтепродуктов и меди в воде. Поэтому изобретение способа очистки воды стало столь актуально для всего человечества, интересую не только экологов, но и ведущие промышленные предприятия.

В настоящее время существуют различные способы очистки воды и водных растворов – механические, химические, электрические, физические, биологические, комбинированные и др. [1]. Например, для очистки воды от железа эффективно используется отстаивание, от меди, никеля, хрома (VI) широко применяют электрокоагуляцию, ионообменные технологии, биологическую очистку и т. д. Однако, данные способы не достаточно эффективны, чтобы окупать стоимость используемого оборудования и прочих ресурсов.

Актуальность нашей работы обусловлена тем, что использование торсионных очистителей позволяет решить одну из важнейших проблем человечества – поиск эффективной и наименее затратной очистки воды.

Целью нашей работой является оценка возможности очистки воды от меди, взвешенных веществ и нефтепродуктов, используя торсионные поля.

Данная работа отличается *новизной*, поскольку до этого предоставленная проблема была недостаточно изучена.

Торсионные поля образуются вокруг вращающегося объекта и являются совокупностью микро вихрей пространства. Так как большинство элементарных частиц обладает собственным спином, то состоящие из них атомы, молекулы, и даже сами вещества всегда имеют свое торсионное поле.

Впервые слово «торсионный» было использовано французским математиком Эли Картаном в работе, опубликованной в докладах Французской академии наук в 1913 году. Он был первым человеком, который совершенно высказался на эту тему: «В природе должны существовать поля, порождаемые вращением». И поскольку на английском языке «вращать» – это слово «torsion», то поля стали называть «torsionfield» – торсионные поля. Так были высказаны первые предположения о существовании торсионных полей. Дальнейшую работу над ними продолжил в 20-е годы Эйнштейн, а в 70-е годы была даже сформулирована новая область физики – теория Эйнштейна-Картена, которая является основой теории торсионных полей [2]. Затем Геннадий Иванович Шипов и Анатолий Евгеньевич Акимов, члены РАЕН, взялись за последующую разработку в 80-е года. Шиповым при помощи математических подтверждений было доказано существование физического вакуума – материальной среды, порождаемой самими торсионными полями. А уже в 1982 году А. Е. Акимов впервые создал генератор торсионного излучения, что позволило увеличить число экспериментов по проверке теории [3]. Благодаря чему, было доказано не только существование данных полей, но и то, что они значительно эффективней, нежели электромагнитные.

По свойствам, присущим торсионным волнам: скорости распространения, свойству памяти, свойству прохождения через физические среды и т. д., можно предложить целый ряд возможностей их использования:

- передача информации;
- изменение структуры вещества;
- влияние торсионных полей на биологические объекты;
- очистка воды [4].

Применение торсионных полей для очистки воды на данный момент считается вполне приемлемым.

Обработанная торсионными полями вода, начинает обладать целым рядом незаурядных свойств:

- Имеет заживляющие и исцеляющие, а также омолаживающие организм свойства. Причем данной водой лечатся даже хронические и патологические заболевания, перед которыми бессильна традиционная медицина.
- Организму требуется значительно меньшее количество воды. При употреблении обработанной воды суточная норма потребления снижается более чем вдвое.
- Данная вода горит при обычных условиях в случае добавления в нее небольшого количества практически любых жидких углеводов [5].

В России данная технология довольно плохо проработана, в то время как в Европе, уже есть фирмы (к примеру, шведская «WATRECO») предлагающие, устройства, помогающие не только смягчить воду, но и придающие ей все эти замечательные свойства (рис. 1).



Рис. 1. Насадки для вихревого закручивания воды

Русскими исследователями были проведены различные опыты на проверку действительности очищения и смягчения воды. И были замечены следующие результаты: после обработки фильтром из воды исчезают «взвешенные вещества», нитраты, а также меняется анионно-катионный состав. При поливке именно этой водой растений, отмечался усиленный рост и цветение, а при приеме внутрь

людьми, к примеру, с больными суставами, отмечалось выздоровление. Единственное замечание, которое сделали исследователи: не рекомендуется пить обработанную воду во время простуды, так как микробы и вирусы тоже являются живыми организмами, и вода помогает им в развитии.

Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и их рационального использования для нужд народного хозяйства – одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения.

Значительно уменьшить загрязненность воды можно путем внедрения во все сферы жизни специализированных моделей насадок для вихревого закручивания воды. Сложность решения этой задачи на предприятиях любой промышленности состоит в многообразии технологических процессов и получаемых продуктов. Следует отметить также, что основное количество воды в отрасли расходуется на охлаждение. В этой связи крайне важным является разработка и внедрение новейшего оборудования, использующего воду наиболее подходящего качества для охлаждения с небольшим количеством примесей.

Библиографические ссылки

1. Водное хозяйство промышленных предприятий: справочное издание : в 2 кн. Кн. 1 / В. И. Аксенов [и др.]; под ред. В. И. Аксенова. М. : Теплотехник, 2005. 640 с.
2. Эйнштейн А. Сборник научных трудов. Т. I–IV. М. : Наука, 1966.
3. Горизонты науки и технологий XXI века : Сб. ст. / под ред. А. Е. Акимова. М., 2000.
4. Торсионные поля и информационные взаимодействия – 2009 : материалы Междунар. науч. конф. М. : 2009.
5. Бялко А. В. // Природа. 1998. № 9.

© Евдакова А. А., Найденко О. О., 2015

УДК 621.9.047(048)

МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ ЗАУСЕНЦЕВНА ДЕТАЛЯХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Э. В. Могильников¹
Научный руководитель – И. Я. Шестаков²

¹АО «Красноярский машиностроительный завод»
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 29
E-mail: kras@krasmail.ru

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yakovlevish@mail..ru

Рассмотрены основные проблемы удаления острых кромок и заусенцев при изготовлении деталей летательных аппаратов и представлены наиболее перспективные методы удаления этих дефектов.

Ключевые слова: кромки, заусенцы, методы, обработка, детали.

METHODS DEBURRING ON THE DETAILS OF THE AIRCRAFT

E. V. Mogilnikov¹
Scientific supervisor – I. Ja. Shestakov²

¹Joint Stock Company “Krasnoyarsk Machine Building Plant”
29, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kras@krasmail.ru

²Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yakovlevish@mail..ru

In this paper, the basic problems of removing sharp edges and burrs in the manufacture of aircraft parts and presents the most promising methods of removing these defects.

Keywords: edges, burrs, methods, processing, details.

При изготовлении деталей и узлов летательных аппаратов из металлов и сплавов значительную трудоемкость (до 25–35 % от общей трудоемкости изготовления изделий) составляют операции механической обработки, которые приводят к появлению дефектов (острые кромки и заусенцы) [1]. Острые кромки являются концентраторами напряжений и способствуют разрушению самих деталей и трущихся поверхностей.

Выступы микронеровностей на кромках из-за малой их механической прочности разрушаются в начальный период работы. Впадины микронеровностей являются местом зарождения микротрещин, разрастающихся в процессе работы и приводящих к образованию сколов.

От состояния отсечных кромок в золотниковых и плунжерных парах во многом зависит надежность работы гидротопливных агрегатов, стабильность их технических характеристик. Проблема функционально необходимой обработки кромок деталей, в том числе на золотниках, плунжерах, гильзах, лабиринтных уплотнениях актуальна для отечественного и зарубежного машиностроения.

Снятие заусенцев механической обработкой требует применения специального режущего, абразивного, щеточного или ручного инструмента, что часто экономически невыгодно или технически невозможно из-за технологических трудностей доступа к зоне обработки, расположенной в малоразмерных пазах, отверстиях, особенно в случае пересекающихся отверстий.

В связи с этим представляют интерес различные альтернативные, относительно новые и достаточно эффективные электрофизикохимические методы обработки металлов, значительно расширяю-

щие возможности современного производства. К таким видам и методам обработки материалов относятся: ультразвуковая и электрогидроимпульсная обработка, термоэнергетический и электрохимический метод, а также электроконтактный способ удаления заусенцев и сглаживания острых кромок.

Электрохимический метод и электроконтактный способ удаления заусенцев и сглаживания острых кромок представляют собой технологии, имеющие значительный потенциал развития и обладающие всеми признаками ключевых обрабатываемых технологий в области удаления заусенцев применяемых в изготовлении деталей летательных аппаратов.

В результате применения указанных выше технологий в поверхностном слое не происходит структурных изменений, его микротвёрдость такая же, как и у основного металла. Остаточные напряжения отсутствуют и не образуются микротрещины, наклёпы.

Электроконтактный способ удаления заусенцев и сглаживания острых кромок предназначен для обработки длинномерных деталей. Данный способ обладает свойством саморегуляции т. е. при удалении заусенцев дальнейшее удаление материала не происходит, что позволяет применять этот способ без последующего дополнительного контроля за их размерами [2].

Технический эффект от внедрения электрохимического метода и электроконтактного способа удаления заусенцев и сглаживания острых кромок заключается в снижении энергозатрат, трудоёмкости операций, снижении трудоёмкости проектных работ при технологической подготовке производственных изделий, а также повышении технологической надёжности изделий.

Вместе с тем, широкое внедрение технологий электрохимического метода и электроконтактного способа удаления заусенцев сдерживается из-за наличия ряда нерешенных научных, технических и организационных проблем. Технологические процессы и средства технологического оснащения для операций развиты недостаточно, справочные и методические материалы для их разработки, пригодные для использования в цеховых условиях, практически отсутствуют. Это приводит к увеличению ресурсозатрат при технологической подготовке производства новых изделий и малой фондоотдаче.

В частности проблемы внедрения электрохимического метода усугубляются тем, что значительный объем экспериментального материала, накопленного в 70–90-е годы прошлого века в области высокоскоростного анодного растворения металлов и технологические разработки в этой области не получили должного обобщения в виде автоматизированных баз знаний [3].

Выше представленным наукоёмким технологиям удаления заусенцев и острых кромок необходимо обеспечить приоритетное развитие, тем самым совершенствуя организационно-технические формы применения технологий, а также создавая специализированные производственные подразделения и в первую очередь при изготовлении ракетных и авиационных деталей.

Библиографические ссылки

1. Войтов В. Н., Чернобай С. П. Современные технологии в машиностроении 2000 : сб. материалов III Всерос. науч.-практ. конф. / Пензенский гос. ун-т. Пенза, 2000.
2. Суряков А. А., Стрюк А. И., Шестаков И. Я. Способ электроконтактного удаления заусенцев и сглаживания острых кромок. Патент РФ 2212319, опубл. 20.09.2003. Бюл. № 26.
3. Саушкин С. Б., Моргунов Ю. А. Структурное моделирование и классификация способов электрохимической размерной обработки // Известия МГТУ «МАМИ», 2011.

© Могильников Э. В., 2015

УДК 621.396.24

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО РАДИОСВЯЗИ
ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ РАДИОВОЛН В НЕСТАЦИОНАРНОЙ
ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ**

С. П. Селиванова
Научный руководитель – В. Г. Сомов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sofiyasel@mail.ru

Анализируется модель передачи дискретных сообщений в ионосфере; приводятся способы повышения качественных показателей радиосвязи в КВ диапазоне, с учетом особенностей распространения радиоволн в ионосфере.

Ключевые слова: коротковолновая система связи, замирания, движение отражающего слоя, фокусировка, помехи, отношение сигнал/шум.

**ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF RADIO PROPAGATION
RADIO WAVES IN THE NON-STATIONARY DISPERSIVE ANISOTROPIC MEDIUM**

S. P. Selivanova
Scientific supervisor – V. G. Somov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sofiyase@mail.ru

In this paper some ways for improving the quality indicators in the HF radio band, with consideration of features of radio wave propagation in the ionospheric channel are considered.

Keywords: HF communication system, fading movement of the reflective layer, focus, noise, signal / noise ratio.

Передача дискретных сообщений по ионосферному каналу в коротковолновом (КВ) диапазоне радиоволн играет важнейшую роль для обеспечения жизнедеятельности государства. В последние годы неоднократно высказывалось мнение о том, что высокоэффективные средства связи вытеснят КВ радиосвязь из общей системы связи. Однако ни в одной стране мира не ставится вопрос о ликвидации КВ радиосвязи. Коротковолновая система связи сохранила свое значение не только как основное средство для подвижных служб низовой связи, но и как важнейшее вспомогательное и резервное средство стационарной сети.

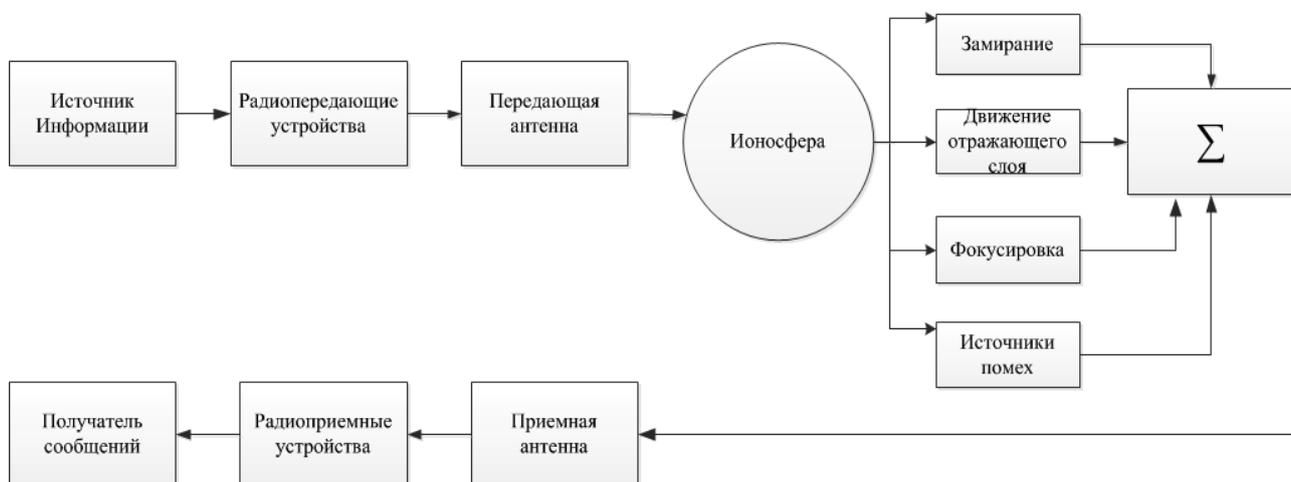
Модель системы передачи дискретных сообщений (см. рисунок), характеризует основные этапы преобразования сигнала, учитывает особенности распространения радиоволн и воздействие активных помех. В рамках дрейфовой модели неоднородностей ионосферы известно, что скорость горизонтального дрейфа в слое F_2 составляет порядка $V \approx 100$ м/с [1], что приводит к изменению доплеровского смещения частоты передаваемого сообщения и дальности скачка по Земле. Следует также учесть флуктуации показателя преломления в случае регулярной ионосферной рефракции.

Ширина спектра доплеровских частот излучаемого сигнала изменяется в несколько раз и достигает величины порядка 0,2...0,5 Гц.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что изменение ширины спектра доплеровских частот не приведет к искажениям межсимвольной информации и может быть использован для диагностики среды распространения КВ радиоволн при передаче дискретных сообщений.

Характерным для КВ радиоканала является замирание сигнала. В ионосферном канале составляющие сигнала распространяются по нескольким путям. Во-первых, в пункте приема обнаружива-

ются лучи, которые распространяются путем многократного или однократного отражения. Во-вторых, сигнал излучается передающей антенной в пределах ширины диаграммы направленности (ДН), следовательно, можно считать, что на ионосферу падает не один луч, а пучок подлучей, которые достигают приемной антенны с различными амплитудами и фазами.



Модель системы передачи дискретных сообщений

В-третьих, к многолучевой интерференции излучения приводит среда распространения с крупномасштабной и мелкомасштабной неоднородными структурами. Многолучевость при высоких скоростях работы и обычных видах манипуляции ограничивает возможности повышения надежности связи путем увеличения мощности передатчика. Если разность хода лучей сравнима с длительностью отдельно взятого элемента, то прием информации осуществляется по лучу, который имеет в данный момент наибольший уровень, а при переходе с одного луча на другой происходит рассинхронизация по циклам, что приводит к потере отдельных знаков сообщения. Многолучевость с большой разностью хода лучей приводит к интерференции элементов сообщения, приходящих в точку приема разными лучами, и сигналы в лучах с меньшим уровнем в этом случае играют роль аддитивных помех.

Кроме интерференционных замираний сигнала, в КВ диапазоне волн имеют место поляризационные замирания [2]. Причиной поляризационных замираний является поворот плоскости поляризации волны при распространении её в анизотропной, неоднородной среде в направлении силовых линий магнитного поля Земли. Поляризационные замирания наблюдаются реже интерференционных в 10...15 % всех случаев, однако их учет при организации связи имеет явно выраженную практическую направленность.

Анализ спектральной структуры загрузки КВ-диапазона свидетельствует о преобладающем воздействии узкополосных помех. Следует отметить, что в коротковолновом диапазоне волн насыщенном сосредоточенными по спектру помехами практически всегда имеются частотные каналы шириной 3...10 КГц с минимальным или приемлемым относительно некоторого порога уровнем мощности активных помех. Поиск такого рода частотных каналов в условиях нестационарных по мощности и частоте радиотехнических помех может быть обеспечен путем частотной адаптации, предусматривающей непрерывный анализ загрузки заданного диапазона оптимальных рабочих частот (ОРЧ), выбор каналов с минимальным или приемлемым относительно некоторого порога уровнем мощности активных помех.

С другой стороны увеличение отношения сигнал/шум возможно, если использовать фокусирующие свойства ионосферы [3]. На основе анализа экспериментальных работ установлено, что зона формирования отраженного сигнала в ионосфере имеет одновременно и линзовую и мелкомасштабную неоднородную структуру. Показано, что использование эффекта фокусирования радиоволн на границе мертвой зоны позволяет увеличить амплитуду сигнала наклонного зондирования на 5...7 дБ при отражении от F области и порядка 4 дБ при отражении от E слоя. На трассе распространения 3000 км фокусирование на горизонте достигает 8 дБ при угле излучения $\theta \rightarrow 0$ и не превышает 5 дБ при $\theta \sim 10^\circ$. Увеличение амплитуды радиоволн в зоне фокуса составляет 10...15 дБ, на неоднородной структуре ионосферы достигает порядка 4...9 дБ.

При некогерентном приеме сообщений вероятность ошибки зависит от отношения сигнал/помеха на входе демодулятора следующим образом:

$$P_{\text{ош}} = 0,5 \exp(-kH^2 / M) \text{ при } H^2 \gg 1, \quad (1)$$

где M – параметр вида манипуляции (для амплитудной телеграфии); k – коэффициент энергетических потерь, который зависит от качества демодулятора; H^2 – отношение энергии активного элемента сообщения к спектральной плотности мощности шума:

$$H^2 = A^2 / 2\nu^2V, \quad (2)$$

где A – амплитуда полезного сигнала; V – скорость манипуляции; ν^2 – спектральная плотность мощности шума на входе демодулятора.

Таким образом, повысить достоверность передачи дискретных сообщений возможно, если принять меры к увеличению отношения сигнал/шум. Увеличение отношения сигнал/шум может быть достигнуто следующим.

1. Повышением мощности радиопередающего устройства (что не всегда целесообразно).
2. Выбором канала с минимальным уровнем помех.
3. Использованием фокусирующих свойств среды распространения.

Разработка адаптивных способов и алгоритмов к изменяющимся условиям распространения радиоволн позволит существенно повысить качество передачи дискретных сообщений по ионосферному каналу.

Библиографические ссылки

1. Исследование неоднородной структуры ионосферы методом наклонного зондирования / В. А. Алимов, Л. М. Ерухимов, В. С. Караванов и др. // ЦИОНТ ПИК ВИНТИ. № 17. С. 102–110.
2. Грудинская Г. П. Распространение радиоволн. М. : Высш. шк., 1975. 279 с.
3. Сомов В. Г., Тяпкин В. Н., Леусенко В. А., Шайдуров Г. Я. О влиянии нелинейных и фокусирующих свойств ионосферы на качественные показатели радиолокации в декаметровом диапазоне радиоволн // Радиотехника и электроника. 2003. Т. 48. № 8. С. 1–10.

© Селиванова С. П., 2015

УДК 621.396.24

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА РАДИОСВЯЗИ В КВ-ДИАПАЗОНЕ

С. П. Селиванова
Научный руководитель – В. Г. Сомов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sofiyasel@mail.ru

Приводятся способы повышения качественных показателей радиосвязи в КВ-диапазоне, с учетом особенностей распространения радиоволн в ионосфере.

Ключевые слова: коротковолновая система связи, дискретные сообщения, ионосферный канал.

IMPROVEMENT OF RADIO COMMUNICATIONS QUALITY IN THE HF BAND

S. P. Selivanova
Scientific supervisor – V. G. Somov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sofiyasel@mail.ru

In this paper some ways for improving the quality indicators in the HF radio band, with consideration of features of radio wave propagation in the ionospheric channel are considered.

Keywords: HF communication system, discrete messages, ionospheric channel.

Коротковолновая (КВ) радиосвязь обладает рядом свойств, которые в определенных условиях делают ее незаменимой. В частности, повреждение промежуточных станций радиорелейных линий (например, при стихийных бедствиях), выход спутника из строя и т.д. могут привести к частичному или к полному нарушению функционирования общегосударственной сети на значительных участках территории. В подобных условиях КВ-связь может быть восстановлена в кратчайшие сроки при наименьших затратах. При возникновении катастрофической ионизации атмосферы системы КВ-связи нарушаются не в большей степени, чем другие радиотехнические устройства, однако адаптируются и восстанавливаются значительно быстрее.

В настоящее время количество передаваемых дискретных сообщений непрерывно увеличивается, что диктует необходимость использования для передачи данных не только специально выделенные каналы, но и каналы с более низким качеством (каналы с коммутацией), а также радиоканалы различного вида.

Современный этап развития КВ-радиосвязи характеризуется существенной реконструкцией технических средств связи, полной ее автоматизацией с адаптацией к изменяющимся условиям распространения радиоволн и помеховых ситуаций, что вызывает необходимость детального учета особенностей распространения радиоволн в нестационарной диспергирующей анизотропной среде.

Задача разработки и внедрения адаптивных алгоритмов, учитывающих особенности ионосферного распространения радиоволн и помеховых ситуаций может быть решена с использованием фазированных антенных решеток. Предлагается создание мощной приемо-передающей станции (базовой станции) и сети периферийных станций, достаточно простых в использовании и минимизированных по цене. Для оперативного контроля распространения радиоволн на трассе радиосвязи и реализации разработанных алгоритмов в составе базовой станции необходимо выделить канал вертикального и канал возвратно-наклонного зондирования.

Оценка энергетических соотношений в канале передачи информации показала, что если обеспечить распространение радиоволн через зону фокуса (увеличение амплитуды сигнала в пункте приема равно 10 дБ), то дальность радиосвязи $D = 1\ 000$ км будет реализована при мощности пере-

датчика $P_n \approx 1$ Вт. При использовании фокусирования электромагнитной энергии на неоднородностях ионосферы (4...9 дБ) требуемая мощность передатчика соответствует значениям $P_n \approx 17,4...2,6$ Вт [1].

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при использовании шумоподобной модуляции и соответствующем выборе базы сигнала можно осуществлять передачу сообщений на всех частотах КВ-диапазона, обеспечивая электромагнитную совместимость и скрытность передаваемой информации. Для ослабления воздействия многолучевого характера распространения можно использовать: корректирующее кодирование, разнесенного по пространству или по частоте приема, сложные антенные системы для выделения одного или небольшого числа лучей путем селекции сигналов по времени или углу прихода, использование широкополосных сигналов. Применение шумоподобных широкополосных сигналов, обеспечивает помехоустойчивость систем при флуктуационном шуме не ниже помехоустойчивости узкополосных систем с равной энергией используемых сигналов. В многолучевых каналах, в каналах с импульсными и сосредоточенными помехами надежность и эффективность широкополосных систем может существенно превышать характеристики узкополосных систем. Главным преимуществом использования широкополосных сигналов является то, что они дают возможность разделить в точке приема суммарный многолучевой сигнал на отдельные лучи-сигналы, имеющие свой путь распространения.

Обоснована целесообразность адаптивного управления поляризацией сигналов за счет введения системы частотного слежения за их уровнем. Расчеты показывают, что при дальности скачка 1500...2000 км для изменения плоскости поляризации падающей волны на ортогональную достаточно изменить частоту излучаемого сигнала порядка на 130 кГц.

Разработанный способ адаптивного управления поляризацией радиоволн, реализованный за счет введения системы частотного слежения за уровнем сигнала позволяет увеличить отношение сигнал/шум не менее чем в два раза и снизить вероятность ошибки передачи информации в 3 раза [2].

Проблема увеличения скорости передачи информации по ионосферному каналу решена в случае реализации многоканального принципа построения радиостанции. Для обеспечения передачи дискретных сообщений с использованием фокусирующих свойств среды распространения разработан способ определения фокусирующих зон, основанный на использовании метода возвратно-наклонного зондирования [3]. Сущность способа заключается в следующем.

1. Предварительно излучают серию радиоимпульсов на дискретных частотах с шагом соизмеримым с полосой пропускания приемника в диапазоне частот $f = 0,95, f_{МПЧ} \dots 0,7, f_{МПЧ}$, где $f_{МПЧ}$ – максимально применимая частота.

2. Принимают отраженный сигнал ВНЗ на этих частотах и измеряют дистанционно-частотную (ДЧХ) и амплитудно-частотную (АЧХ) характеристики путем фиксации групповой задержки лучей и амплитуд на излученных частотах.

3. Используя ДЧХ и АЧХ, определяют распределение амплитуды сигнала, отраженного от земной поверхности, групповую задержку лучей R_M , рабочую частоту f соответствующих максимальному отношению сигнал / помеха на выходе приемного устройства.

4. Определяют угол прихода максимума отраженного сигнала $\alpha_{пр}$.

5. Излучают радиосигнал под углом $\theta = \alpha_{пр}$ на измеренной частоте f , соответствующей максимальному отношению сигнал / помеха, тем самым, обеспечивая работу радиостанции в области фокусирования радиоволн на требуемой дальности.

На основании обобщения, систематизации и анализа результатов предложены методы и технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в решение задачи повышения качества передачи дискретных сообщений в коротковолновом диапазоне радиоволн, а именно:

1. Предложено техническое решение, обеспечивающие адаптивное управление поляризацией коротких радиоволн за счет введения системы частотного слежения за уровнем сигнала. Разработанное устройство позволяет увеличить отношение сигнал/шум не менее чем в 2 раза, что позволяет уменьшить вероятность ошибки в 3 раза.

2. Разработан способ определения фокусирующих зон ионосферы методом возвратно-наклонного зондирования и их использование при передаче дискретных сообщений. Реализация предложенного способа позволяет увеличить отношение сигнал/шум на 10...15 дБ в точке фокуса, и на 4...9 дБ при фокусировании коротких радиоволн на неоднородностях ионосферы.

Библиографические ссылки

1. Сомов В. Г., Тяпкин В. Н., Леусенко В. А., Шайдуров Г. Я. О влиянии нелинейных и фокусирующих свойств ионосферы на качественные показатели радиолокации в декаметровом диапазоне радиоволн // Радиотехника и электроника. 2003. Т. 48, № 8. С. 1–10.
2. Хазан В. Л. Математические модели дискретных каналов связи декаметрового диапазона радиоволн : учеб. пособие / ОмГТУ. Омск, 1998. 106 с
3. Алимов В. А., Ерухимов Л. М., Караванов В. С., и др. Исследование неоднородной структуры ионосферы методом наклонного зондирования // ЦИОНТ ПИК ВИНТИ № 17. С. 102–110.

© Селиванова С. П., 2015

УДК 621.3.029.6

ПОЛОСНО-ПРОПУСКАЮЩИЕ ФИЛЬТРЫ НА ОСНОВЕ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ*С. А. Ходенков¹, Б. А. Беляев^{1,2}, В. В. Храпунова¹, С. В. Ефремова¹

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: hsa-sibsau@mail.ru

²Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН
Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение № 38
E-mail: belyaev@iph.krasn.ru

Рассмотрены конструкции полосно-пропускающих фильтров основе фотонных кристаллов. Приведены топологии полосковых проводников для реализации микрополосковых устройств с высокими частотно-селективными свойствами.

Ключевые слова: полосно-пропускающий фильтр, фотонный кристалл, микрополосковое устройство.

BAND-PASS FILTERS BASED ON PHOTONIC CRYSTALSS. A. Khodenkov¹, B. A. Belyaev^{1,2}, V. V. Khrapunova¹, S. V. Efremova¹

¹Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: hsa-sibsau@mail.ru

²Kirensky Institute of Physics
50, stroenie № 38, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation
E-mail: belyaev@iph.krasn.ru

Constructions of band-pass filter based on photonic crystal are considered. The topology of strip conductors were shown for construction microstrip devices with high frequency selective properties.

Keywords: band-pass filter, photonic crystal, microstrip device.

Искусственные периодические структуры, размеры неоднородностей в которых по одной (1D), двум (2D) и трем (3D) координатам сравнимы с длиной электромагнитной волны, называемые фотонными кристаллами [1; 2], в последнее время все больше привлекают внимание разработчиков сверхвысокочастотных (СВЧ) устройств. Так на их основе в микрополосковом исполнении разработаны различные частотно-селективные устройства, в том числе фильтры [3] и фазовращатели [4].

В настоящей работе с помощью электродинамического численного анализа 3D-моделей рассчитаны конструкции микрополосковых полосно-пропускающих фильтров, представляющих собой аналоги фотонных кристаллов.

Один из наиболее простых одномерных микрополосковых фотонных кристаллов представляет собой нанесенные с некоторым периодом протяженные регулярные полосковые проводники, расположенные на диэлектрической подложке (рис. 1, а). Для определенности, все исследования проводились на широко распространенном в СВЧ технике материале – керамика ТБНС с толщиной $h = 1$ мм и диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 80$. Число резонаторов в одномерных конструкциях – три.

* Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук, МК-5942.2014.8 «Исследование и проектирование современных микрополосковых и полосковых устройств частотной селекции, в том числе с использованием активных сред и на основе фотонных кристаллов».

Как видно по амплитудно-частотной характеристике (АЧХ), от каждого резонатора микрополоскового устройства полосу пропускания формируют по одному резонансу (рис. 2, *а*), поэтому представленный полосно-пропускающий фильтр имеет третий порядок. Для определенности он настроен на центральную частоту полосы пропускания $f_0 = 2$ ГГц с относительной шириной $\Delta f/f_0 \approx 16\%$, измеренной по уровню -3 дБ от величины минимальных потерь ($L_{\min} = -0.51$ дБ). При этом наличие на АЧХ полюсов затухания значительно улучшает частотно-селективные свойства этой структуры.

Дальнейшее наращивание числа звеньев в ней, как и следовало ожидать, увеличивает крутизну обоих склонов полосы пропускания и подавление мощности на частотах полос заграждения. Однако при использовании большого числа полосковых проводников значительно возрастают потери на частотах полосы пропускания.

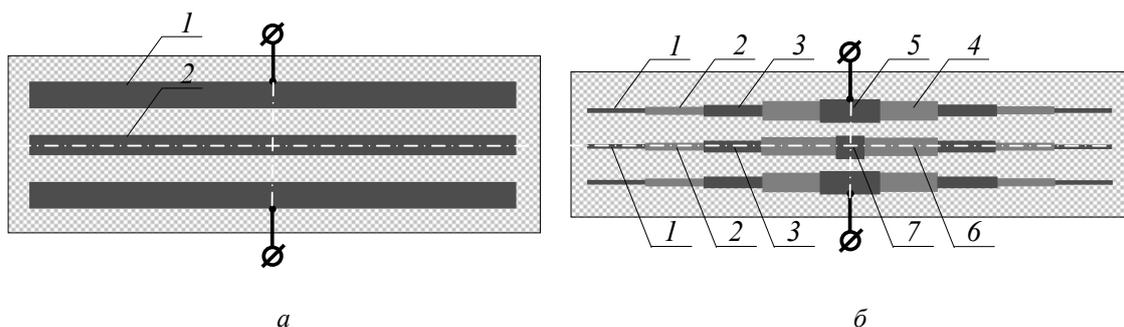


Рис. 1. Топологии полосковых проводников одномерных микрополосковых фотонных кристаллов. *а* – с прямоугольными проводниками; *б* – с проводниками ромбической формы

Стоит отметить, что при трансформации прямоугольной формы полосковых проводников в ромбическую, как это показано на рис. 1*б*, также можно реализовать фильтр третьего порядка (рис. 2, *б*) с практически идентичными амплитудно-частотными характеристиками ($\Delta f/f_0 \approx 16\%$, $L_{\min} = -0,69$ дБ).

Фактически это означает, что при проектировании фильтров в оптическом диапазоне с высокими частотно-селективными свойствами можно использовать 1D неоднородности со «скошенными» углами.

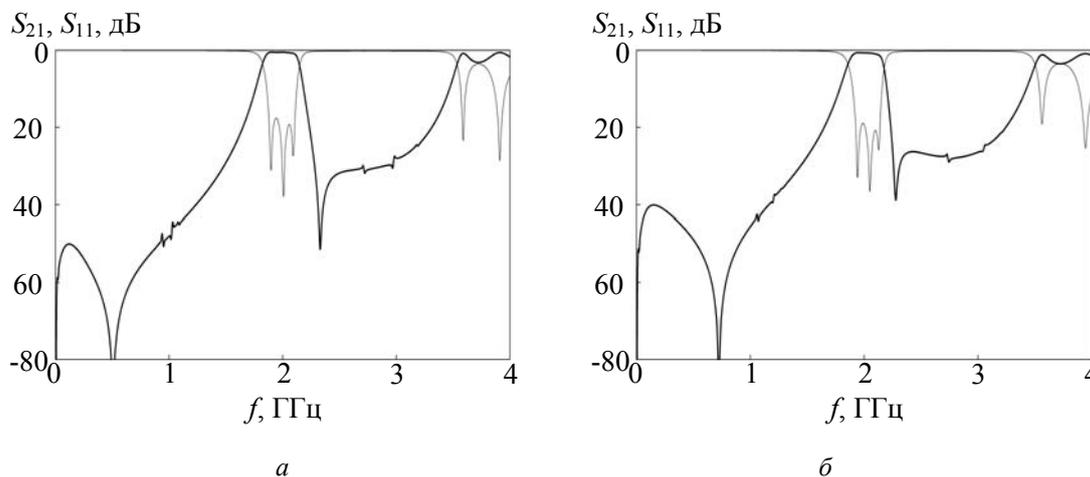


Рис. 2. АЧХ одномерных микрополосковых фотонных кристаллов. *а, б* – для топологии полосковых проводников, представленной на рис. 1, *а, б* соответственно

Также при помощи таких нерегулярных проводников-резонаторов можно исследовать свойства вытянутого двухмерного фотонного кристалла (рис. 3) для случая падения электромагнитных волн на его ребро.

Приведем конструктивные размеры рассмотренных микрополосковых полосно-пропускающих фильтров. Площадь прямоугольных проводников первого микрополоскового фотонного кристалла (рис. 1, *а*) в мм² 1 – 20,4×1,0 и 2 – 20,4×0,8, зазоры между ними – 1.2 мм. Для второго кристалла

(рис. 1, б) площадь отрезков прямоугольных проводников в мм^2 1 – $2,4 \times 0,1$, 2 – $2,4 \times 0,3$, 3 – $2,4 \times 0,5$, 4 – $2,4 \times 0,7$, 5 – $2,4 \times 0,9$, 6 – $3,1 \times 0,7$, 7 – $1,0 \times 0,9$. Зазоры между отрезками полосковых проводников 5 и 7 – 0,6 мм.

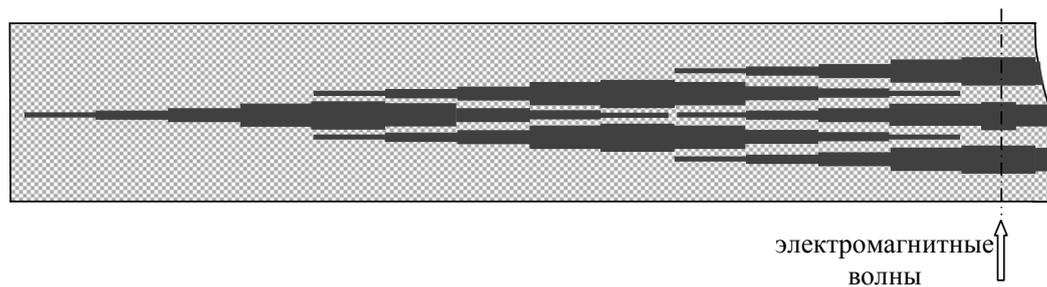


Рис. 3. Фрагмент построения 2D фотонного кристалла

Таким образом, представленные микрополосковые конструкции полосно-пропускающих фильтров на основе одномерных фотонных кристаллов обладают высокими частотно-селективными свойствами, обусловленными наличием полюсов затухания на АЧХ. В настроенных СВЧ структурах замена прямоугольных полосковых проводников на ромбические, более удобные для построения 2D-кристалла, не приводит к существенному изменению амплитудно-частотной характеристики.

Библиографические ссылки

1. Шабанов В. Ф., Ветров С. Я., Шабанов А. В. Оптика реальных фотонных кристаллов. Жидкокристаллические дефекты, неоднородности. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. 240 с.
2. Ветров С. Я., Тимофеев И. В. Лекции по оптике фотонных кристаллов : учеб. пособие. Красноярск : Изд-во СФУ, 2008. 212 с.
3. Полосно-пропускающие фильтры на двумерных микрополосковых фотонных кристаллах / Б. А. Беляев [и др.] // Электронные средства и системы управления. Опыт инновационного развития : докл. Междунар. науч.-практ. конф. / ТУСУР. Томск, 2007. Ч. 1. С. 66–69.
4. Пат. 2257648 Российская Федерация. Управляемый фазовращатель / Б. А. Беляев, А. С. Волошин, А. А. Лексиков, В. Ф. Шабанов ; заявитель и патентообладатель Ин-т физики им. Л. В. Киренского СО РАН ; заявл. 19.01.04; опубл. 27.07.05. 7 с.

© Ходенков С. А., Беляев Б. А., Храпунова В. В., Ефремова С. В., 2015

УДК 621.791.722

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕНЕРАЦИИ БЕСКОНТАКТНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫМ ЛУЧОМ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ

Д. А. Кочергин, В. С. Тюдешев
 Научный руководитель – В. И. Кириллов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: dx-disa@mail.ru, baleruc@mail.ru

Рассмотрен метод генерации бесконтактных ультразвуковых колебаний электронным лучом в твердых телах.

Ключевые слова: электронный луч, ультразвук, акустическое излучение.

THEORETICAL FOUNDATIONS GENERATION CONTACTLESS ULTRASONIC VIBRATIONS ELECTRON BEAM IN SOLIDS

D. F. Kochergin, V. S. Tyudeshev
 Scientific supervisor – V. I. Kirillov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: dx-disa@mail.ru, baleruc@mail.ru

The method of generating non-contact ultrasonic vibrations electron beam in solids.

Keywords: the electron beam, ultrasound, acoustic radiation.

Известно, что основную роль в формировании акустического излучения в конденсированных средах при умеренных плотностях тока заряженных частиц играет термоупругий эффект. Поэтому источником некогерентного акустического излучения является область тепловых источников, обусловленная ионизационными потерями энергии частицами пучка в результате взаимодействия с твердотельной мишенью, которая описывается макроскопической функцией $D(r, t)$, [1] являющейся плотностью распределения поглощенной энергии.

Значительная разница между временем диссипации энергии релятивистской заряженной частицы в конденсированной среде и длительностью импульса тока большинства ускорителей заряженных частиц позволяет разделить пространственные и временные переменные в функции $D(r, t)$ и представить ее в следующем виде:

$$D(\vec{r}, t) = I_0 D_0(\vec{r}) \int_0^t j(\tau) d\tau, \quad (1)$$

где $D_0(\vec{r})$ – пространственное распределение плотности поглощенной энергии; \vec{r} – радиус-вектор в зоне взаимодействия пучка заряженных частиц с мишенью; t – текущее время; $j(\tau)$ – функция, описывающая изменение импульса тока ускорителя во времени; I_0 – среднее значение плотности тока.

Теоретическое рассмотрение процесса генерации УЗ колебаний в твердом теле удобно проводить в терминах механических смещений частиц среды в акустической волне. Известно, что в общем случае вектор смещения частиц конденсированной среды можно представить в виде

$$\vec{U}(\vec{r}, t) = U_e(\vec{r}, t) + U_t(\vec{r}, t). \quad (2)$$

Причем для векторов \vec{U}_e и \vec{U}_t справедливо следующее: \vec{U}_e является потенциальным, а \vec{U}_t – соленоидальным векторами.

Исходя, из этого вектор \vec{U}_e смещения частиц среды в продольной акустической волне можно выразить через скалярный потенциал, а вектор смещения частиц среды в поперечной акустической волне – через векторный потенциал $\psi(\vec{r}, t)$.

В силу единственности разложения вектора $\vec{U}(\vec{r}, t)$ на потенциальную и соленоидальную части, уравнения, описывающие процесс термоупругой генерации акустических волн в твердом теле можно представить в виде системы уравнений, которую необходимо дополнить нулевыми начальными и соответствующими граничными условиями. Для жесткой границы, граничными условиями являются обращение в нуль механических смещений, а для свободной – равенство нулю механических напряжений [2].

Определенную сложность представляет нахождение температурного поля в облучаемой мишене. На практике, обычно прибегают к соответствующей его аппроксимации. Причем, в большинстве практических ситуаций можно пренебречь диффузией тепла из зоны взаимодействия в необлученную область. Это возможно в том случае, когда длительность импульса облучения, равная длительности импульса тока ускорителя заряженных частиц, много меньше характерных «тепловых времен».

Для большинства современных ускорителей длительность импульса тока τ_0 лежит в интервале 10^{-9} – 10^{-6} с, в то же время, как τ_T^a и τ_T^e находятся в пределах 10^{-6} – 10^{-4} с и таким образом, условие $\tau_0 \ll \tau_T^a$ и τ_T^e заведомо выполняется. В случае, когда $\tau_0 \gg \tau_T^a$ и τ_T^e эффективность возбуждения акустических колебаний резко падает и рассматриваемый процесс сводится к обычному тепловому расширению твердого тела.

Исходя из того, что большинство реальных пучков заряженных частиц обладает аксиальной симметрией, что справедливо и для функции $D(\vec{r}, t)$, векторный потенциал Ψ имеет только одну отличную от нуля компоненту – z : $\Psi = \Psi z$. Это позволяет свести систему уравнений к системе дифференциальных уравнений для двух скалярных функций $\Psi(\vec{r}, t)$, $\phi(\vec{r}, t)$.

$$\delta^2 \vec{U}_e^2 / \delta t^2 - S_e^2 \Delta \vec{U}_e = -\alpha K / \rho \Delta T, \quad (3)$$

$$\delta^2 \vec{U}_t^2 / \delta t^2 - S_t^2 \Delta \vec{U}_t = 0, \quad (4)$$

$$\delta T / \delta t = \chi \Delta T + 1 / \rho c \frac{\delta D(\vec{r}, t)}{\delta t}. \quad (5)$$

Систему дифференциальных уравнений (3)–(5) необходимо дополнить соответствующими граничными условиями. Для жесткой границы твердого тела, как указывалось выше, граничным условием является обращение в нуль механических смещений на границе твердого тела ($Z = 0$), а для свободной – равенство нулю соответствующих компонент тензора упругих напряжений при $Z = 0$.

Для ускорителей с аксиальной симметрией пучков заряженных частиц функцию $D(\vec{r})$ можно представить в виде

$$D(\vec{r}) = D(\vec{\rho}) D_z(z), \quad (6)$$

где $\rho(x, y)$ – радиус-вектор в поперечном сечении пучка; X, Y – координаты поверхности твердого тела; Z – координата вдоль оси пучка, совпадающая с нормалью поверхности твердого тела.

Для сильноточных пучков немонотонных энергетических заряженных частиц, например, электронов, выражения, описывающие $D(\vec{r})$, можно аппроксимировать функциональными зависимостями.

Временная форма токового импульса сильноточных ускорителей адекватным образом описывается гауссовской функцией $j(t) = e - (t/r^0)$.

Решения этих уравнений можно получить методом функций Грина, предварительно разложив потенциалы ϕ, ψ в интеграл Фурье.

$$\frac{\partial^2 \vec{U}_e}{\partial t^2} - S_e^2 \Delta \vec{U}_e = -\frac{\Gamma}{\rho} \nabla D(\vec{r}, t), \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 \vec{U}_t}{\partial t^2} - S_t^2 \Delta \vec{U}_t = 0. \quad (8)$$

Эти уравнения (7)–(8) [3] являются наиболее общими, описывающими процесс радиационно-акустического взаимодействия импульсных пучков заряженных частиц с твердотельными мишенями.

На практике, как правило, радиационно-акустическое взаимодействие реализуется при свободной границе твердого тела.

С помощью функций Грина находим трансформанты Фурье. Учтем, что для большинства современных ускорителей заряженных частиц функция, описывающая изменение импульса тока во времени может быть представлена, как $f(\tau) = e^{-\tau^2}$, что соответствует гауссовской форме импульса тока, либо $f(\tau) = \int_0^{\tau} e^{-\tau'^2} d\tau'$ – соответствует временной зависимости числа частиц в виде интеграла ошибок.

Однако при определенных условиях можно получить замкнутые выражения для весьма произвольного вида функции $f(\tau)$ в этом случае исходные интегралы берутся в явном виде.

Анализируя выражения можно сделать вывод о том, что в рассматриваемом случае пространственно-временная структура возбуждаемых продольных и сдвиговых акустических волн однозначно определяется параметрами импульсного пучка заряженных частиц. Однако, независимо от параметров исходного воздействия и геометрии зоны возбуждения, первичной является продольная волна, а сдвиговая волна есть результат ее трансформации при падении на поверхность ввода энергии.

Библиографические ссылки

1. Калиниченко И. И., Лазурик-Зльцуфин В. Т. Возбуждение акустических колебаний пучками заряженных частиц малой плотности // КЭТФ, 1973. Т. 65, вып. 6(12). С. 2364–2368.
2. Беспалько А. А., Симанчук В. И. О возможности использования сильноточных электронных ускорителей в ультразвуковой дефектоскопии // Дефектоскопия. 1982. № 1. С. 85–87.
3. Богданов В. В., Симанчук В. И., Чахлов В. Л. Бесконтактный акустический контроль токопроводящих немагнитных материалов на основе радиационного метода генерации ультразвуковых колебаний // Технологическая диагностика и неразрушающий контроль. Киев, 1991. № 2. С. 51–56.

© Кочергин Д. А., Тюдешев В. С., 2015

УДК 621.791.763

ПЛАСТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

Е. В. Линдт, А. С. Мужикбаев
Научный руководитель – С. Н. Козловский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slasau@yandex.ru

Проведенные исследования позволили установить характер пластических деформаций в зоне формирования точечного сварного соединения.

Ключевые слова: точечная контактная сварка, пластическая деформация, степень пластической деформации, течение металла.

PLASTIC STRAINS OF METAL SPOT CONTACT WELDING

E. V. Lind, A. S. Muzhikbaev
Scientific supervisor – S. N. Kozlovskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slasau@yandex.ru

The conducted researches allowed to establish nature of plastic deformations in a zone of formation of pointed welded connection.

Keywords: spot contact welding, plastic deformation, extent of plastic deformation, current of metal.

Пластическая деформация (ПД) металла в зоне точечной контактной сварки (ТКС) оказывает решающее влияние на характер электрического и температурного полей, а также на процесс формирования ядра расплавленного металла [1].

Сведения о пластических деформациях при ТКС носят преимущественно качественный характер. Это обусловлено как трудностями их экспериментальных исследований, в первую очередь, из-за закрытого характера зоны сварки и малого ее объема, так и трудностями точной математической постановки и решения задачи по определению параметров напряжений и деформаций в условиях динамического процесса формирования соединений [2].

Экспериментальных исследования ПД металла в зоне сварки проводили по известной методике [3] на натуральных образцах с предварительно нанесенной координатной сеткой. Пластические деформации в зоне сварки оценивались по деформации сторон координатной сетки. При этом относительные смещения металла в зоне сварки $\varepsilon_{z,r}^*$ и относительные его деформации $\varepsilon_{z,r}^{**}$ по координатам z и r оценивались по следующим зависимостям:

$$\varepsilon_{z,r}^* = [(l_1 - l_0) / l_0] \cdot 100 \% \text{ и } \varepsilon_{z,r}^{**} = [(h_1 - h_0) / h_0] \cdot 100 \%,$$

где l_0 и l_1 – расстояния от базы измерений до и после сварки (при измерении радиальных смещений по координате r в плоскости сварочного контакта и в плоскости оси электродов за базу принималась ось электродов, а при измерении осевых смещений по координате z за базу принималась плоскость свариваемого контакта); h_0 и h_1 – длина сторон координатной сетки до и после сварки. Проведенные исследования показали следующее.

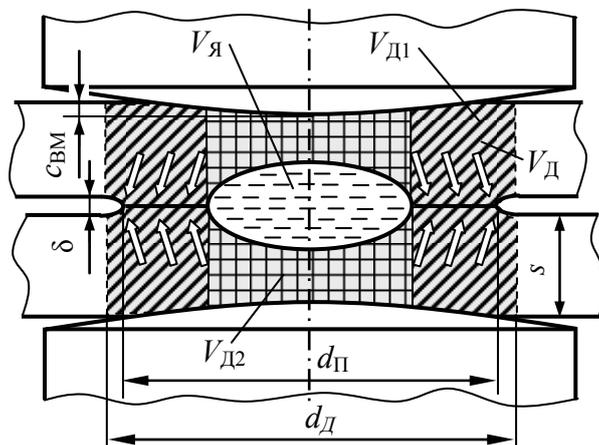
При точечной сварке легких сплавов значения ε_r^* в плоскости контакта деталь – деталь не превышают 2...4 %. Причем, зона пластических деформаций распространяется за контур уплотняющего пояса не больше, чем на 5...15 % от его диаметра $d_{\text{п}}$.

Относительные радиальные (по координате r) деформации металла в плоскости контактов распределяются неравномерно. Наибольшая степень деформаций растяжения ε_r^{**} , которая достигает 1,5...3 %, наблюдается на оси электродов. На периферии контакта и за его пределами металл сжимается. Здесь степень деформаций сжатия металла ε_r^* весьма значительна и достигает 7...15 %.

Относительные осевые смещения ε_z^* металла в плоскости оси электродов по координате z весьма значительны. Наибольшие значения ε_z^* в плоскости оси электродов наблюдаются в центре контакта. Их величина к концу процесса достигает значений 8...13 %.

Результаты подобных измерений весьма приближенны. Но все же они позволяют установить качественную картину пластических деформаций металла в зоне сварки.

При ТКС металл в зоне сварки нагревается, в результате чего в ее объеме V_D (см. рисунок), деформируемом пластически (выделен темным цветом), он переходит в пластическое состояние, а в объеме ядра V_Y , нагретом выше температуры плавления, он расплавляется. Вследствие этого объем металла в зоне сварки увеличивается. В результате наблюдается направленное течение металла (показано стрелками), в основном, к границам контакта деталь–деталь. Причем интенсивные пластические деформации в основном локализованы в объеме V_{D1} (заштрихован косой линией), расположенном в области уплотняющего пояска, диаметр d_D которого на 5...15 % превышает диаметр d_{Π} уплотняющего пояска. Объем же металла V_{D2} (заштрихован сеткой), расположенный над ядром, «проседает» в объем ядра практически не деформируясь.



Характер пластической деформации металла в зоне сварки при ТКС

Таким образом, сформулированная выше физическая модель процессов пластической деформации металла может быть использована при их математическом описании и разработке технологий точечной сварки.

Библиографические ссылки

1. Технология и оборудование контактной сварки / Б. Д. Орлов, Ю. В. Дмитриев, А. А. Чакалев и др. М. : Машиностроение, 1986. 352 с.
2. Козловский С. Н. Основы теории и технологии программированных режимов контактной точечной сварки / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2006. 259 с.
3. Орлов Б. Д., Чакалев А. А., Серегин М. Д. Массоперенос металлов в контакте электрод-деталь при контактной сварке алюминиевых и магниевых сплавов // Сварочное производство, 1976. № 12. С. 10–12.

УДК 621.791.722

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ

Е. В. Линдт, С. А. Чебурашкин
Научный руководитель – Д. С. Ковалев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: lindt-2015@mail.ru, ringer111@mail.ru

Рассмотрен метод математического моделирования сварного соединения. Приведены результаты теоретических расчетов.

Ключевые слова: сварка разнородных материалов, электронно-лучевая сварка, сталь, алюминий.

A MATHEMATICAL MODEL OF THE WELDED JOINT OF DISSIMILAR METALS IN ELECTRON-BEAM WELDING

E. V. Lindt, S. A. Cheburashkin
Scientific supervisor – D. S. Kovalev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: lindt-2015@mail.ru, ringer111@mail.ru

The method of mathematical modeling of the joint. The results of theoretical calculations.

Keywords: welding dissimilar materials, electron beam welding, steel, and aluminum.

В современном машиностроении все чаще используют различные цветные металлы, в частности сталь и сплавы на основе алюминия. Применение в изделиях разнородных металлов позволяет решить множество различных конструктивно-технологических задач, в том числе, таких как повышение выносливости изделий в агрессивных средах, износостойкости и ресурса, как отдельных деталей, так и всего изделия.

Технологически задача сварки стали с алюминиевыми сплавами достаточно сложна. При сварке плавлением, разнородных металлов, основную роль в формировании сварного соединения играют металлургические процессы. Различные сочетания металлов (медь – алюминий, сталь – алюминий, титан – сталь, алюминий – титан) в металлургии, и при сварке в частности, имеют различную взаимную растворимость. Установлено, что возникающие в процессе кристаллизации сварочной ванны, интерметаллиды приводят к охрупчиванию сварного соединения [1]. Для пары сталь алюминий разработано несколько методов сварки: аргоно-дуговая сварка неплавящимся электродом [2], диффузионная сварка [3], сварка давлением [4], сварка с использованием промежуточного металла [5]. Ни один из этих видов, а также их сочетание не исключает проявления прослоек интерметаллидов, кроме сварки взрывом, но с ее помощью можно получить только изделие в форме листа. В последнее время активно развиваются такие виды сварки как лазерная (ЛС) и электронно-лучевая (ЭЛС). За счет гораздо более точного управления значениями теплового источника в зоне сварки, ЛС и ЭЛС обладают значительным преимуществом для получения неразъемных соединений разнородных металлов. Использование ЭЛС при сварке алюминиевых сплавов помогает избежать образования оксидной пленки Al_2O_3 , которая является основным источником дефектов при сварке плавлением алюминия и его сплавов [6]. Одно из значимых преимуществ лучевых технологий в сварке – это высокие скорости. Скорость сварки оказывает огромное влияние на образование прослойки интерметаллидов и образование обширной зоны термического влияния (ЗТВ) в материалах с высокой теплопроводностью.

В статье приведены результаты исследования структуры сварного стыкового соединения без скола кромок, полученного при электронно-лучевой сварке на энергокомплексе ЭЛА 30/15. Сварка

проводилась в вакууме равном $2 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. Параметры режимов сварки, при которых были получены образцы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры режима сварки

Свариваемые материалы	U , кВ	I , мА	$V_{св}$, мм/с	P , Вт	$Q_{пог}$, Дж/мм	h , мм
Сталь – алюминий	25	70	70	1750	25	5

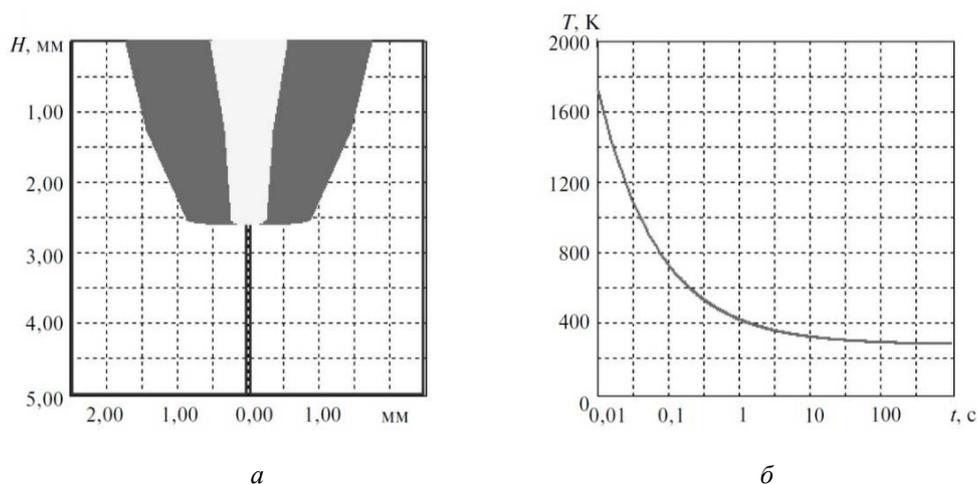
Химический состав свариваемых материалов приведен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав свариваемых материалов

Материал	Содержание химических элементов, масс %, в сварном шве														
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Zn	Ni	Mg	Al	Cu	Sn	Fe
Сталь	0,02	0,01	0,22	0,01	0,005	0,01	0,005	0,001	0,004	0,013	–	0,03	0,01	0,002	99,66
АМг5	–	0,4	0,6	–	–	0,14	–	0,13	0,2	–	5,1	93,03	0,1	–	0,3

Перед сваркой образцов проведено математическое моделирование формирования структуры сварного соединения. Для анализа особенностей формирования структуры сварных соединений при сварке разнородных металлов необходимо знание скорости охлаждения в зоне термического влияния и поля температур. Для определения этих значений была использована программа для моделирования MathCAD [7], позволяющая рассчитывать поля температур и термически циклы любой точки сварного соединения и зоны термического влияния. Так как в MathCAD математических моделей процессов, протекающих при сварке разнородных металлов, не было, то были доработаны стандартные математические модели. В частности, в модель рассеивания тепла была добавлена возможность учета химического состава парового факела, который при сварке разнородных металлов состоит из нескольких компонентов. А также была решена задача о тепломассопереносе в расплаве, она была изменена для учета влияния смешивания свариваемых материалов на теплофизические свойства расплава. Пример расчетов скорости охлаждения и формы проплавления на границе сталь – алюминий показаны на рисунке.



Результаты моделирования формы проплавления (а) и скорости охлаждения (б) при сварке стали с алюминиевым сплавом

Скорость сварки 70 мм/с, ток сварки 70 мА, ускоряющее напряжение 25 кВ, электронный луч смещен от центра стыка, сварного соединения, на 0,5 мм в сторону Al. Математические модели, построенные в результате моделирования, показывают, что даже при смещении точки приложения энергии электронного луча в сторону более легкоплавкого материала наблюдается частичное рас-

плавление более тугоплавкого металла. Это свидетельствует о возможности формирования сварного соединения данных металлов, при помощи электронно-лучевой сварки.

Библиографические ссылки

1. Сварка в машиностроении : справочник. В 4 т. / ред. кол.: Г. А. Николаев (пред.) и др. М. : Машиностроение, 1978. Т. 2 / под ред. А. И. Акулова. 1978.
2. Feasibility of Using TIG Welding in Dissimilar Metals between Steel/Aluminum Alloy / B. Rattana, M. Pusit, R. Sirirat, M. Yoshiharu // *Ener.Res. J.* 2010. Vol. 1, № 2. P. 82–86.
3. Wang J., Li Y., Wu H. Fine structure at the diffusion welded interface of Fe3Al/Q235 dissimilar materials // *Bull. Mater. Sci.* 2001. Vol. 24, № 6. P. 639–642.
4. Shubhavardhan R. N., Surendran S. Friction Welding to Join Dissimilar Metals // *Int. J. of Emer. Tech. and Adv. Eng.* 2012. Vol. 2, Iss. 7. P. 200–210.
5. Sidaa K., Ohnishia H., Nishimoto K. Fluxless laser brazing of aluminium alloy to galvanized steel using atandem beam – dissimilar laser brazing of aluminium alloy and steels // *Weld. Int.* 1. Vol. 24, № 3. P. 161–168.
6. Рябов В. Р. Сварка алюминия и его сплавов с другими металлами. Киев : Наук. думка, 1983. 264 с.
7. Медведев А. Ю. Расчет температурных полей при сварке и наплавке : учеб. изд. / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа, 2009. 142 с.

© Линдт Е. В., Чебурашкин С. А., 2015

УДК 621.791.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРОПЛАСТА-4 С МЕТАЛЛАМИ

К. П. Марусенко, Н. В. Подрезов
Научный руководитель – Л. Г. Семичева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slasau@yandex.ru, semicheva41@mail.ru

Исследованиями установлено, что повышение качества соединений фторопласта – 4 с металлами обеспечивается применением ультразвуковых колебаний (УЗК) частотой 2 МГц. Определены интенсивность УЗК и время озвучивания зоны сварки, которые обеспечивают повышение прочности соединения фторопласта-4 со сплавом алюминия АМг6 на 20 % и герметичность сварных узлов.

Ключевые слова: ультразвуковые колебания, фторопласт-4.

IMPROVEMENT OF QUALITY OF WELDED CONNECTIONS FLUOROPLASTIC-4 WITH METALS

K. P. Marusenko, N. V. Podrezov
Scientific supervisor – L. G. Semicheva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slasau@yandex.ru, semicheva41@mail.ru

By researches it is established that improvement of quality of connections of a ftoroplast-4 with metals is provided with application of ultrasonic fluctuations (UZK) with a frequency of 2 MHz. Intensity of UZK and time of scoring of a zone of welding which provide increase of durability of connection ftoroplasta-4 with the Amg6 aluminum alloy for 20 % and tightness of welded knots are defined.

Keywords: ultrasonic oscillation, fluoroplastic.

Показателями качества сварных соединений фторопласта-4 с металлами, которые применяют в конструкциях ответственных узлов летательных аппаратов и работают в экстремальных условиях, являются предел прочности соединений σ_B и герметичность [1].

Для оценки качества соединений сваривали специальные образцы из фторопласта-4 и сплава алюминия АМг6, которые испытывали на растяжение и герметичность.

Одну партию образцов сваривали диффузионной сваркой при температуре сварки $T_{св} = 678$ К, сварочном давлении $P = 2,5$ МПа, времени выдержки $\tau = 600$ с [2].

Другую партию образцов сваривали также диффузионной сваркой на тех же режимах, но при температуре сварки зону контакта озвучивали направленными ультразвуковыми колебаниями (УЗК) частотой 2 МГц. Интенсивность УЗК изменяли в пределах $I_{УЗК} = (1 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^5)$ Вт/м², а время озвучивания $\tau_{УЗК} = 300 \dots 900$ с.

Сваренные образцы той и другой партии испытывали на растяжение на устройстве испытания прочности FP 10 / 1 (Hercert, Германия).

Результаты испытаний показали, что максимальная прочность образцов первой партии составляет $\sigma_B = 15$ МПа, а прочность образцов второй партии зависит как от интенсивности УЗК, так и от времени озвучивания.

Установлено, что с увеличением интенсивности УЗК предел прочности σ_B возрастает и при $I_{УЗК} = 2 \cdot 10^5$ Вт/м² и времени озвучивания $\tau_{УЗК} = 600$ с прочность соединения достигает $\sigma_B = 18$ МПа.

При увеличении $I_{УЗК}$ до $3 \cdot 10^5$ Вт/м² прочность соединения возрастает, при этом время озвучивания не должно превышать 600 с. Дальнейшее увеличение времени озвучивания приводит к сниже-

нию σ_B . Это вероятно можно объяснить тем, что длительное время озвучивания при высокой интенсивности УЗК приводит к частичной термодеструкции фторопласта-4 и изменению его структуры.

Таким образом, применение УЗК частотой 2 МГц обеспечивает повышение прочности соединения фторопласта-4 со сплавом АМгб на 20 %.

Испытания образцов на герметичность проводили масс-спектрометрическим методом с помощью гелиевого течеискателя ПТИ-10 статического типа с фокусировкой ионных пучков в 180-градусном однородном поле, настроенного на регистрацию гелия. Этот течеискатель предназначен для испытаний на герметичность различных конструкций, допускающих откачку внутренних полостей, а также заполненных гелием или смесью, содержащей гелий, в лабораторных, заводских и монтажных условиях. Для соединения образца с вакуумной системой течеискателя использовали специальное приспособление. Результаты испытаний показали, что при использовании УЗК частотой 2 МГц соединения сохраняют герметичность с натеканием не более 10^{-7} мм³ · МПа/с при циклическом изменении температуры в интервале $T = (213...473...213)$ К. Они выдерживают более 20 термоциклов, что удовлетворяет техническим требованиям, предъявляемым к ответственным узлам.

Таким образом, ввод в зону сварки УЗК частотой 2 МГц интенсивностью $I_{УЗК} = (2 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^5)$ Вт/м² в течение $\tau_{УЗК} = 300 \dots 600$ с при температуре $T = 678$ К обеспечивает повышение качества сварных соединений фторопласта -4 с металлами, увеличение предела прочности соединения σ_B на 20 % и требуемую герметичность ответственных узлов.

Библиографические ссылки

1. Семичева Л. Г., Апанасенко В. Ф., Новиков В. Г. Сварка фторполимеров с металлами под действием ультразвукового луча : учеб. пособие / Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 1998.
2. Новиков В. Г., Семичева Л. Г., Прокопьев С. В. Исследование механизма взаимодействия фторопласта-4 с металлами при диффузионной сварке с наложением ультразвуковых колебаний // Перспективные пути развития сварки и контроля – «Сварка и контроль-2001» : сб. докл. Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием / ВГСУ. Воронеж, 2001. С. 372.

© Марусенко К. П., Подрезов Н. В., 2015

УДК 621.791.722

АНАЛИЗ БЕСКОНТАКТНЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

А. С. Мужикбаев, М. П. Скворцов
Научный руководитель – В. И. Кириллов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: muzhikbaev93@mail.ru, xnoma@mail.ru

Обзор способов бесконтактной генерации ультразвуковых колебаний в металлах. Рассмотрение их положительных и отрицательных сторон.

Ключевые слова: ЭМА детектор, ультразвуковые колебания, лазер.

ANALYSIS OF NON-CONTACT ULTRASONIC WELD INSPECTION METHODS

A. S. Muzhikbaev, M. P. Skvortsov
Scientific supervisor – V. I. Kirillov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: muzhikbaev93@mail.ru, xnoma@mail.ru

An overview of how the contactless generation of ultrasonic oscillations in metals. Consideration of their positive and negative sides.

Keywords: EMA detector, ultrasonic waves, laser.

Известен целый класс методов, позволяющих осуществлять неразрушающий контроль (НК) путём бесконтактной генерации ультразвуковых (УЗ) колебаний в материалах. Это широко известные и достаточно исследованные методы: ёмкостной, искровой и электромагнитно-акустический (ЭМА), а также быстро прогрессирующие и находящиеся в стадии интенсивной разработки: оптоакустический и радиационно-акустический. В основе всех этих методов лежат различные по своей физической сущности процессы бесконтактного возбуждения акустических колебаний в материалах. Кроме того, часть из них обладает свойством обратимости.

В настоящее время для решения задач НК изделий из немагнитных токопроводящих материалов из известных методов относительно широкое распространение получил ЭМА-метод. Это связано с его сравнительно большими функциональными возможностями: обратимостью, способностью генерации в материалах различных типов акустических волн – продольных, сдвиговых и волн Рэлея. Использование в качестве ЭМА-детекторов преобразователей, изготовленных на основе постоянных магнитов из редкоземельных металлов, позволило значительно улучшить технические и эксплуатационные характеристики аппаратуры НК.

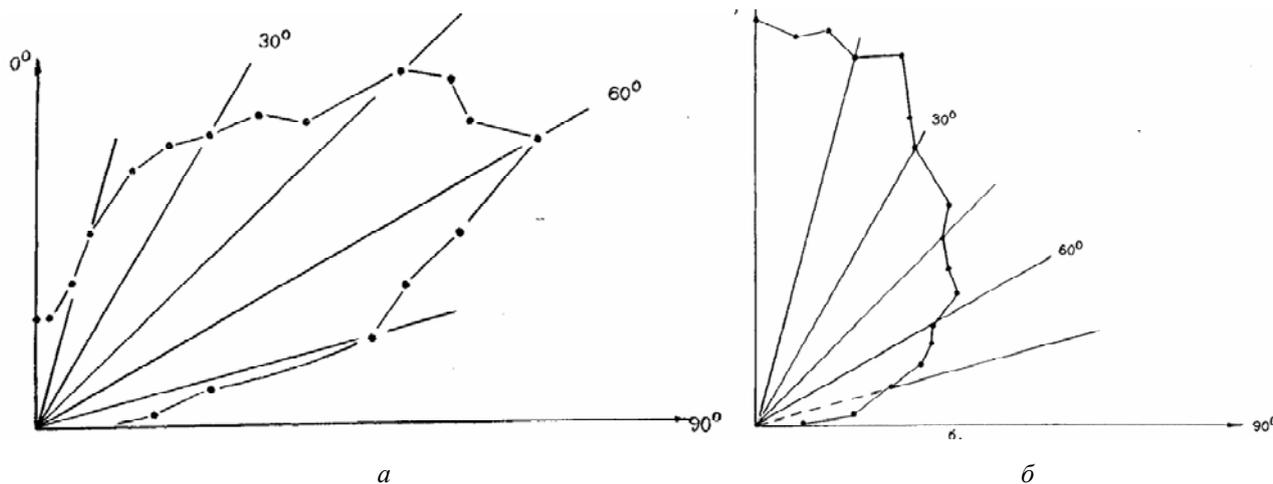
Хотя ЭМА-метод позволяет возбуждать акустические волны высокой амплитуды, однако коэффициент двойного преобразования ЭМА-детекторов, работающих в режиме приём-излучение на несколько порядков ниже, чем пьезопреобразователей работающих в аналогичном режиме. К тому же недостаточно высокая стабильность параметров возбуждаемых акустических волн.

Интенсивное развитие лазерной и ускорительной техники, исследования динамических процессов, протекающих при взаимодействии импульсов когерентного электромагнитного излучения и импульсных потоков заряженных частиц с различными материалами позволило разработать и создать принципиально новые способы бесконтактного возбуждения акустических колебаний: оптоакустический и радиационно-акустический. Эти способы отличаются от известных существенно большей степенью дистанционности, большим значением амплитуд возбуждаемых акустических импульсов и более широким частотным спектром генерируемых УЗ-колебаний.

Лазерная генерация УЗ-колебаний в конденсированных средах возможна за счёт взаимодействия групп оптических волн с материалом. Возбуждаемые акустические волны могут распространяться непосредственно от источника на поверхности твёрдого тела, либо могут быть результатом ударного фронта.

Рассмотрим характеристики опто-акустического метода генерации УЗ-колебаний.

Термоупругий (плотность падающей энергии $<106 \text{ Вт см.}^2$). Амплитуда и форма акустической волны могут репродуцироваться в термоупругом режиме. Экспериментально полученная диаграмма направленности, характерная для продольных волн, генерируемых в термоупругом режиме представляет из себя симметричные лепестки, максимум которых расположен под углом 55° к нормали поверхности (см. рисунок, *а*). Диаграмма направленности в плазменном режиме для продольных волн характеризуется одним широким лепестком, центрированным по нормали к поверхности и похожим на лепесток от точечного пьезопреобразователя (см. рисунок).



Экспериментальные диаграммы направленности для продольных акустических волн, генерируемых лазерным импульсом:
а – термоупругий режим; *б* – абляционный режим

Опто-акустический метод позволяет генерировать различные типы акустических волн – продольные, сдвиговые и поверхностные. Потенциально все волны широкополосные и время их подъёма сравнимо с длительностью оптического импульса.

Подробный теоретический анализ лазерной генерации УЗ-колебаний в различных средах и при различных условиях приведён в работах [1–3].

К основным недостаткам лазерной генерации УЗ-колебаний относят: существует верхний предел величин амплитуд акустических импульсов, генерируемых в термоупругом режиме, т. е. без повреждения поверхности металла. На расстоянии 25 мм амплитуда продольных волн, генерируемых в алюминии ограничивается несколькими нанометрами. Кроме того, сложность и громоздкость, недостаточная надёжность и высокая стоимость оборудования.

Метод генерации УЗ-колебаний в материалах импульсными пучками заряженных частиц является наиболее универсальным средством возбуждения акустических волн бесконтактным способом. Этот метод может быть использован для бесконтактной генерации УЗ-колебаний практически в любых материалах и изделиях любой формы. Механизм взаимодействия импульсных пучков заряженных частиц, в частности электронов, с твёрдым телом существенно зависит от плотности тока. При плотностях тока в десятки и сотни кА/см^2 происходит поверхностное разрушение металлических изделий и образование плазмы, распространяющейся с большой скоростью, что вызывает образование ударных волн, а в некоторых случаях приводит к разрушению материала или к изменению его физико-механических параметров. При плотностях тока электронов единицы кА/см^2 и менее взаимодействие импульсных пучков заряженных частиц с материалом идёт без разрушения.

Теоретическому рассмотрению некоторых вопросов генерации акустических волн в твёрдых телах импульсными пучками заряженных частиц посвящён ряд работ [4–5]. Эффект генерации акустического излучения в конденсированных средах определяется тремя механизмами – динамическим, черенковским и термоупругим. Доказано, что основной вклад в процесс возбуждения акустических волн в твёрдых телах при умеренных плотностях тока вносит термоупругий механизм. Термоупругий

механизм, как и в случае лазерной генерации УЗ-колебаний, определяется потерями энергии заряженных частицами в среде, которые приводят к возникновению в объёме твёрдого тела области повышенной температуры.

Образование области повышенной температуры приводит к формированию в объёме твёрдого тела поля термоупругих механических напряжений.

Наибольшее распространение в качестве детекторов акустического излучения в исследованиях по радиационной акустике получили пьезоакустические преобразователи, что объясняется их доступностью и простотой использования, а также достаточно высокой чувствительностью.

Значительный научный и практический интерес представляют исследования амплитудно-частотных и пространственно-временных характеристик акустического излучения генерируемого импульсными пучками электронов для целей НК и, в частности, для НК изделий из алюминиевых сплавов. В настоящее время число публикаций по исследованию радиационно-акустического эффекта для целей дефектоскопии крайне ограничено.

По сравнению с известными способами бесконтактной генерации УЗ-колебаний в материалах, радиационно-акустический обладает следующими преимуществами:

обеспечивает более высокое значение коэффициента трансформации падающей энергии в поглощённую;

крайне слабая зависимость коэффициента трансформации энергии от состояния поверхности изделия;

расширяет функциональные возможности метода дефектоскопии акустическими волнами за счёт возможности дополнительной информации использования путём регистрации прошедшего ионизирующего излучения.

Серьёзным недостатком радиационно-акустического метода является его необратимость. Однако использование бесконтактных детекторов УЗ-колебаний для регистрации акустических сигналов, генерируемых импульсными пучками заряженных частиц, позволяет эффективно компенсировать это неудобство. Для этих целей наиболее подходящими являются ЭМА-преобразователи. Следует отметить, что проводятся исследования по сочетанию ЭМА-детектирования с опто-акустическим методом.

Библиографические ссылки

1. Буденков Г. А. Возбуждение упругих волн в упругом полупространстве при тепловых воздействиях конечной длительности // Дефектоскопия. 1979. № 3. С. 75–81.
2. Буденков Г. А. Возбуждение упругих волн в твердых телах лучом лазера вследствие термоупругого эффекта // Дефектоскопия. 1979. № 2. С. 75–81.
3. Касоев С. Г., Лямшев Л. М. О генерации звука в жидкости лазерными импульсами произвольной формы // Акуст. Журнал. 1978. Т. 24, вып. 4. С. 534–539.
4. Залюбовский И. И., Калинин А. И., Лазурик В. Т. Введение в радиационную акустику. Харьков : Вища шк., 1986. С. 167.
5. Симанчук В. И., Янисов В. В., Генерация ультразвуковых колебаний в твердых телах импульсными пучками заряженных частиц // Дефектоскопия. 1984. К. 3. С. 30–38.

© Мужикбаев А. С., Скворцов М. П., 2015

УДК 621.791

ГИБРИДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ. ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

А. Г. Папуша
Научный руководитель – Н. В. Успенский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slasau@yandex.ru

Рассматривается новый вид сварочных технологий сварки – гибридные технологии сварки, использующие так называемый «синергетический эффект». Показаны особенности и преимущества гибридной сварки по сравнению с традиционными видами сварки.

Ключевые слова: гибридные технологии сварки, «синергетический эффект».

HYBRID TECHNOLOGIES OF WELDING. FEATURES AND ADVANTAGES

A. G. Papysha
Scientific supervisor – N. V. Uspenskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slasau@yandex.ru

We consider a new type of welding technology – hybrid welding technology, using so-called “synergistic effect”. The features and advantages of the hybrid welding as compared with traditional welding.

Keywords: hybrid welding technology, “synergistic effect”.

Гибридными технологиями в общем случае называются технологии одновременного воздействия различных методов на материал. Это может быть обработка давлением совместно с каким-нибудь тепловыми источниками; обработка резанием с индукционным, импульсным воздействием. Основные преимущества лазерных гибридных технологий заключаются в том, что при объединении двух источников в один источник нагрева, нам удастся нивелировать недостатки каждого из этих методов и в то же время добиваться принципиально нового эффекта по технологическим возможностям этого метода. Применительно к сварке использование гибридных лазерных технологий, например, позволяет снизить себестоимость сварки погонного метра шва, повысить качество сварки различных материалов или увеличить производительность традиционных методов сварки.

Гибридная лазерно-дуговая сварка – это совмещение в одном источнике лазерного излучения и дуги. В зависимости от технологических потребностей при изготовлении изделий процесс может осуществляться как с расположением лазера и дуги с одной стороны, так и с противоположных сторон. К настоящему времени дуговой процесс является самым распространенным и самым дешевым сварочным процессом. Однако в своем дальнейшем развитии он наталкивается на ряд трудностей, связанных с недостаточной плотностью энергии этого источника и трудностью осуществления процесса на больших скоростях, когда происходит срыв дуги и получается некачественное проплавление. В то же время и лазерный процесс имеет свои недостатки, которые за счет применения дуги могут быть устранены. Идея совмещения лазерного источника с дуговым была реализована еще в 1978 году. Преимущества гибридных технологий надо рассматривать применительно как к одному источнику, так и к другому. При включении лазера на дугу у нас повышается ток, снижается напряжение и повышается стабильность горения дуги (рис. 1). Для лазерной сварки дуга также оказывает существенную помощь. Во-первых, лазером меньшей мощности можно осуществлять сварку больших толщин за счет проявления так называемого «синергетического эффекта» и повышения КПД проплавления при воздействии двух источников вместе. Также снижается отражательная способность материала

ла за счет предварительного его подогрева и соответственно происходит снижение коэффициента отражения дугой перед лазером. Важным фактором является снижение требований по сборке конструкций, которые при лазерной сварке очень высоки, а применение дуги помогает их снизить. Таким образом, сохраняя глубину проплавления и форму проплавления близкую к лазерной, можно увеличить ширину шва и, тем самым, увеличить величину зазора перед сваркой (рис. 2).

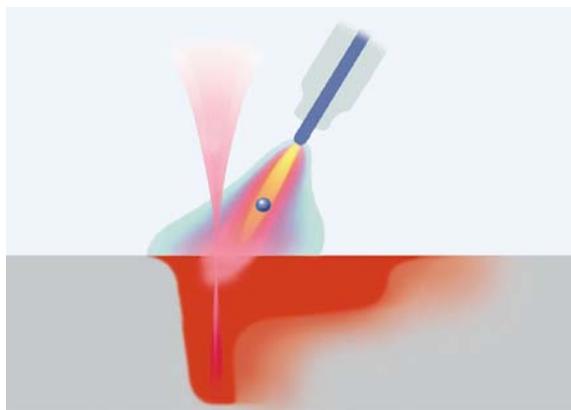


Рис. 1. Принцип лазерно-гибридной сварки

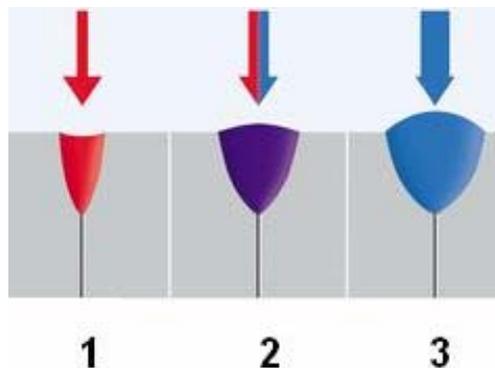


Рис. 2. Сравнение геометрии шва:
1 – лазерной сварки; 2 – гибридной сварки;
3 – MIG/MAG сварки

Дуговая сварка может использоваться как без присадки, так и с присадочной проволокой (рис. 3). Для этой цели зарубежными фирмами, в частности германскими, разработаны специальные головки для осуществления этого процесса. Гибридная лазерно-дуговая сварка находит применение в автомобильной промышленности, в судостроительной промышленности и при сварке трубопроводов. Лазерно-дуговая гибридная технология распространена в основном за рубежом. Это Германия, США, Япония. У нас этими проблемами занимаются в Санкт-Петербургском политехническом университете, в МГТУ им. Н. Э. Баумана и некоторых других организациях [1].

Лазерно-плазменная технология – это сочетание лазерного луча с плазменным разрядом. Преимущественно на сегодняшний день рассматриваются так называемые интегрированные плазматроны, у которых лазерный луч проходит через плазменную струю. Существует два вида применяемых плазматронов. Это интегрированные плазматроны прямого действия и косвенного. У прямого анодом является изделие, у косвенного анодом является корпус самого плазматрона. Первым видом можно осуществлять процессы сварки, резки, наплавки. Второй вид может осуществлять процессы обработки диэлектрических материалов, применяется для закалки, нанесения покрытий и т. д. Основные преимущества этого метода основаны на том, что лазерный луч, проходя через плазменную струю, значительно увеличивает температуру плазменного факела, тем самым увеличивается электропроводность и соответственно увеличивается концентрация электрической энергии в плазме и дуга становится более концентрированной. Эти возможности большей концентрации плазменной дуги при прохождении лазерного луча тоже создают так называемый «синергетический эффект», повышение эффективности проплавления этого источника. То есть два источника, которые в отдельности не могут, например, проварить толщину в 2 мм, при соединении имеют возможность проварить толщину до 3 мм за счет взаимного воздействия и увеличения плотности каждого источника. Также имеется возможность с помощью лазерно-плазменных технологий осуществлять процессы нанесения покрытий, при соответствующей конструкции плазматрона. Лазерно-плазменные процессы в нашей стране развиты меньше, чем в некоторых зарубежных странах. В частности, в институте имени Е. О. Патона очень серьезно занимаются этим вопросом и там разработаны специальные плазматроны и ведутся соответствующие работы [2].

Развиваясь достаточно быстро, данный способ получает широкое применение. Поиск новых технологических решений часто ведет к синтезу уже развитых технологий. Как следствие такого подхода, возникают качественно новые результаты, которые, в конечном счете, благодаря синергетическому эффекту приводят к объединению особенностей различных процессов, причем гибридная сварка в этом отношении является наглядным примером.

Высокая конкурентоспособность – это сумма целого ряда преимуществ. Универсальность метода лазерно-гибридной сварки открывает широкую область применения в технике соединений. Хо-

рошие возможности есть, прежде всего, там, где большое перекрытие зазора не позволяет использовать только лазерную сварку или для этого требуются большие затраты. Экономия энергии лазера способствует сокращению капитальных затрат. Новые освоенные сферы использования и оптимизированная мощность повышают производительность. Синергетический эффект увеличивает результативность процесса.

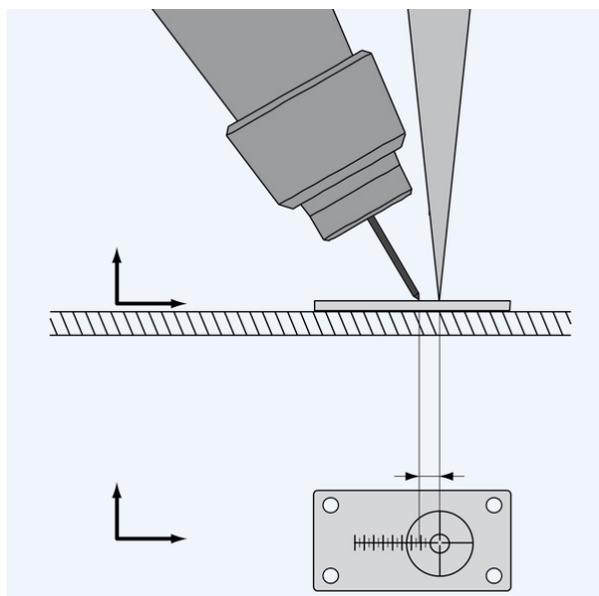


Рис. 3. Направление лазера и сварочной проволоки в одно место

Таким образом, лазерно-гибридная сварка расширяет границы новых термических методов соединений в отношении рентабельности, качества шва и надежности процесса.

Библиографические ссылки

1. Корниенко А. Н. Электронно-лучевая сварка // Сварщик. 2012. № 4.
2. Технология сварки, пайки и резки : энциклопедия. М. : Машиностроение, 2006 / под ред. Б. Е. Патона. Т. 3–4.

© Папуша А. Г., 2015

УДК 621.791.763

ИСКРИВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИХ СБЛИЖЕНИИ В ПРОЦЕССЕ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

В. С. Тюдешев, Д. А. Кочергин, Н. В. Подрезов
Научный руководитель – С. Н. Козловский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slasau@yandex.ru

Проведенные исследования позволили установить особенности формирования начальных контактов при искривлении деталей в процессе их сближения.

Ключевые слова: точечная контактная сварка, свариваемые детали, деформация, контакт, площадь контакта, форма контакта.

CURVATURE OF DETAILS AT THEIR RAPPROCHEMENT IN THE COURSE OF POINT WELDING

V. S. Tyudeshev, D. A. Kochergin, N. V. Podrezov
Scientific supervisor – S. N. Kozlovskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slasau@yandex.ru

The conducted researches allowed to establish features of formation of initial contacts at a curvature of details in the course of their rapprochement.

Keywords: point contact welding, the welded details, deformation, contact, contacting area, contact form.

Технологической операцией, которая первой выполняется в любом цикле точечной контактной сварки (ТКС), является сближение поверхностей свариваемых деталей до соприкосновения, поскольку собранные для сварки детали практически никогда не прилегают между собой плотно, т. е. между ними после сборки всегда имеются зазоры. Они являются следствием либо искривления деталей при выполнении технологических операций, которые предшествуют сварке, либо дефектов сборки деталей перед сваркой, или деформаций деталей непосредственно в процессе сварки предшествующих точек [1].

Деформация свариваемых деталей в процессе их сближения представляет сложное сочетание признаков, близких как к чистому изгибу пластины, так и к чистому ее прогибу по типу мембраны. При этом переход от первого ее состояния ко второму происходит плавно по мере увеличения расстояния u от кромки нахлестки до центра электродов. Причем этот переход происходит тем быстрее (при меньшей величине u), чем меньше расстояние t_{III} до точек опоры вдоль нахлестки.

Сложное искривление деталей при их сближении приводит как к уменьшению площади контакта, так и к искажению его формы. В то же время известно, что формирование начальных холодных контактов электрод – деталь и деталь – деталь с заданными геометрическими и электрическими параметрами является исходным условием возможности получения качественных соединений при любом способе точечной контактной сварки [2].

Во всех случаях искривление деталей приводит к уменьшению площади контакта.

Во всех случаях прогиба деталей при наличии зазора между ними контакт вытягивается вдоль оси, перпендикулярной линии края нахлестки. Увеличение расстояния от края листа u при постоянстве остальных параметров приводит к уменьшению контурной площади сварочного контакта S_K отно-

сительно ее величины при отсутствии зазора S_0 и уменьшению его эллипсоидности. Это объясняется плавным переходом вида деформации детали от изгиба к прогибу по типу мембраны.

Увеличение расстояния между точками t приводит к увеличению контурной площади контакта и увеличению искажения его формы. Причем увеличение эллипсоидности происходит до некоторого значения t , зависящего от величины зазора δ , а затем с увеличением t эллипсоидность контакта уменьшается. Это также объясняется изменением вида деформации деталей в контакте. Так, увеличение S_k при уменьшении u и увеличении t можно объяснить увеличением усилия сжатия F в площади контакта, так как усилие, которое затрачивается на деформацию деталей при их сближении при таком изменении t и u уменьшается. Уменьшение же эллипсоидности при увеличении u объясняется переходом от изгиба детали в месте сжатия к ее прогибу по типу мембраны. Начальное увеличение эллипсоидности при увеличении t , наоборот, обусловлено переходом от прогиба детали по типу мембраны к ее изгибу, а дальнейшее уменьшение эллипсоидности – уменьшением искривления деталей при увеличении t .

При увеличении зазора δ площадь контакта S_k вначале уменьшается, что можно объяснить уменьшением усилия в площади контакта, а затем резко увеличивается вплоть до первоначальных размеров. Последнее обусловлено тем, что при достижении зазором некоторой величины δ , которое зависит от конкретного сочетания значений t и u , происходит резкий переход от изгиба детали к ее прогибу по типу мембраны. Дальнейшее же увеличение зазора приводит к монотонному уменьшению площади контакта, причиной чего является уменьшение усилия сжатия в площади контакта. Эллипсоидность контакта при увеличении зазора вначале увеличивается, а затем монотонно уменьшается.

Увеличение усилия F сжатия деталей во всех случаях приводит к монотонному увеличению площади контакта деталь–деталь, обусловленному увеличением давления в его площади. При этом монотонно уменьшается и искажение формы контакта.

Проведенными исследованиями установлено, что контурная площадь контакта деталь–деталь всегда уменьшается при наличии зазора между ними, а искажение её формы зависит от конкретных сочетаний расстояния между точками и расстояния до кромки нахлестки, а также значений зазора и усилия сжатия деталей. Это при ТКС может быть одной из причин образования как непроваров, так и выплесков КТС [3].

Таким образом, контурная площадь контакта деталь–деталь всегда уменьшается при наличии зазора между ними, а искажение её формы зависит от конкретных сочетаний расстояния между точками и расстояния до кромки нахлестки, а также значений зазора и усилия сжатия деталей.

Библиографические ссылки

1. Чулошников П. Л. Точечная и роликовая электросварка легированных сталей и сплавов. М. : Машиностроение, 1974. 232 с.
2. Технология и оборудование контактной сварки / Б. Д. Орлов, Ю. В. Дмитриев, А. А. Чакалев и др. М. : Машиностроение, 1986. 352 с.
3. Кириллов В. И., Козловский С. Н. Влияние искривления деталей в месте точечной сварки на устойчивость процесса формирования соединений против образования выплесков и непроваров // Актуальные проблемы авиации и космонавтики : тез. докл. Всерос. науч.-метод. конф. / Красноярск : СибГАУ, 2010. С. 174–175.

© Тюдешев В. С., Кочергин Д. А., Подрезов Н. В., 2015

УДК 621.791.763

ПРОКОВКА ЗОНЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

С. А. Чебурашкин, М. П. Скворцов
Научный руководитель – С. Н. Козловский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slasau@yandex.ru

Проведенные исследования позволили установить влияние параметров приложения ковочного усилия на пластическую деформацию металла в зоне сварки.

Ключевые слова: точечная контактная сварка, поры, раковины, трещины, проковка соединения, пластическая деформация.

FORGING OF THE ZONE OF FORMATION OF CONNECTION AT POINT CONTACT WELDING

S. A. Cheburashkin, M. P. Skvortsov
Scientific supervisor – S. N. Kozlovskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slasau@yandex.ru

The conducted researches allowed establishing influence of application settings of forging effort to a plastic strain of metal in a welding zone.

Keywords: point contact welding, pores, sinks, cracks, connection forging, plastic strain.

При точечной контактной сварке (ТКС) после окончания импульса сварочного тока при охлаждении сварных соединений в них возможно образование ряда дефектов, общим признаком которых является образование несплошностей: пор, раковин, наружных и внутренних трещин [1].

Предупреждение образования дефектов усадочного характера при ТКС в основном осуществляются технологическими приемами, которые увеличивают объемную пластическую деформацию металла в зоне сварки, в частности, увеличением усилия сжатия электродов при его охлаждении (приложение ковочного усилия F_K в момент окончания импульса тока) [2]. При этом его величину ($F_K \approx 2 \dots 2,5 F_{CB}$) и момент приложения обычно подбирают экспериментально [3]. Проведенные исследования показали, что на устойчивость процесса против образования дефектов усадочного характера существенно влияет не только момент приложения ковочного усилия и его величина, но и скорость увеличения усилия сжатия электродов от сварочной F_{CB} до ковочной F_K его величины (см. рисунок).

Так, например, при сварке с изменением усилия сжатия электродов по базовой программе (показано сплошной линией на рисунке б) ковочное усилие прикладывалось в момент после окончания времени действия t_{CB} импульса сварочного тока I_{CB} (~ на 0,01 с точка а) на этапе $t_{пр}$ проковки зоны формирования соединения. Если увеличение ковочного усилия F_K производилось по базовому режиму (сплошная линия 1 на рисунке б) при конечной его величине $F_K = 19,5$ кН, а также с другими скоростями увеличения ковочного усилия между кривыми 2–3 и моментами его приложения после импульса тока между точками б–а, когда конечного значения оно достигало в диапазоне Б, несплошности в сварном соединении отсутствовали (см. рисунок, а).

В случаях ТКС, когда ковочное усилие F_K увеличивалось с меньшей скоростью между кривыми 2 и 5 и своих конечных значений достигало в диапазоне В, в сварных соединениях обнаруживались поры или трещины, а также в некоторых случаях и оба этих дефекта.

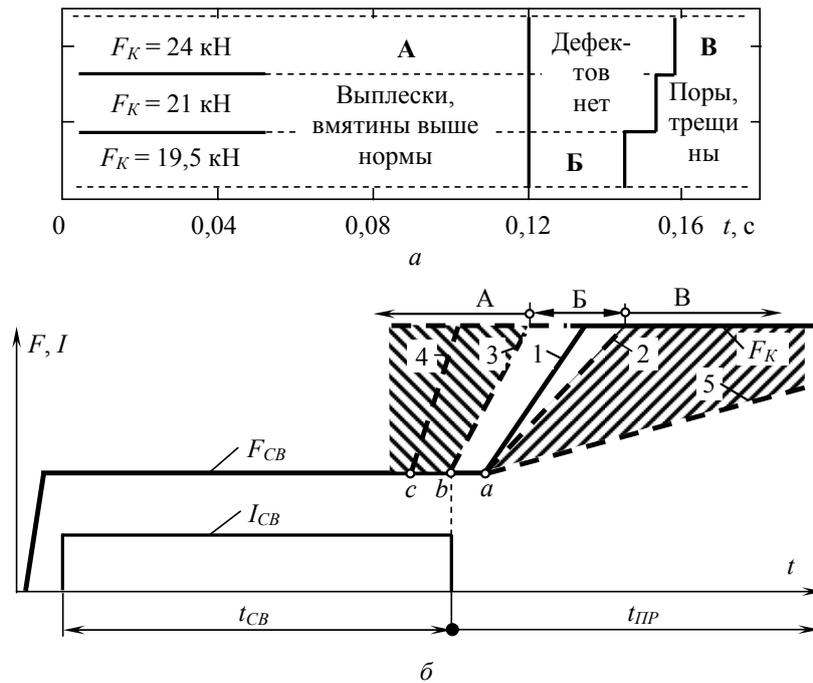


Рис. 1. Влияние скорости роста и величины ковочного усилия (а) при точечной сварке по циклу с проковкой соединения (б):

АМг6, 2 + 2 мм; $I_{CB} = 51$ кА; $F_{CB} = 8,5$ кН; $t_{CB} = 0,1$ с; I_{CB} – сварочный ток; F_{CB} – сварочное усилие сжатия электродов; F_K – ковочная величина усилия сжатия электродов; t_{CB} – длительность импульса сварочного тока; a , b и c – моменты начала увеличения усилия при проковке соединения

Неблагоприятно сказывается на качестве сварных соединений и чрезвычайно высокая скорость увеличения F_K , а также смещение момента его приложения в область действия импульса сварочного тока I_{CB} . Так, если скорость увеличения F_K изменялась между кривыми 3 и 4, а тем более, при такой высокой скорости увеличения F_K , когда момент приложения ковочного усилия смещался в зону действия I_{CB} (точка c), в диапазоне А всегда наблюдались большие вмятины и зазоры в нахлестке, а также часто наблюдалось образование пассивных внутренних конечных выплесков, раковин или трещин.

Таким образом, оптимизация процесса пластической деформации на стадии проковки позволяет повысить качество сварных соединений за счет предотвращения образования пор, трещин и уменьшения вмятин от электродов.

Библиографические ссылки

1. Контроль точечной и роликовой электросварки / Б. Д. Орлов, П. Л. Чулошников, В. Е. Верденский, А. Л. Марченко. М. : Машиностроение, 1973. 304 с.
2. Козловский С. Н. Основы теории и технологии программированных режимов контактной точечной сварки / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2006. 259 с.
3. Чулошников П. Л. Точечная и роликовая электросварка легированных сталей и сплавов. М. : Машиностроение, 1974. 232 с.

УДК 52.08, 629.785

**РАЗРАБОТКА ИМИТАТОРА МАГНИТНОГО ПОЛЯ СТЕНДА ДЛЯ ПОЛУНАТУРНОГО
ТЕСТИРОВАНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ
СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ КЛАССА CUBESAT**

С. А. Бабич, А. С. Костюков, Д. М. Зуев
Научный руководитель – А. Т. Лелеков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: s.t.a.s.1.9.9.4@mail.ru

Рассчитываются физические параметры имитационного стенда для тестирования активной магнитной системы ориентации спутника SibCube, рассмотрена материальная база для реализации стенда.

Ключевые слова: стенд, активная магнитная система ориентации, CubeSat, SibCube, имитатор магнитного поля, катушки Гельмгольца.

**DEVELOPING OF GEOMAGNETIC IMITATION BENCH FOR SEMINATURAL TESTING
OF ATTITUDE CONTROL SYSTEM OF CUBESAT NANOSATELLITE**

S. A. Babich, A. S. Kostyukov, D. M. Zuev
Scientific supervisor – A. T. Lelekov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: s.t.a.s.1.9.9.4@mail.ru

In the paper described calculation of physical properties of simulation bench for testing SibCube active magnetic attitude control system. Also resource base for production of bench was considered.

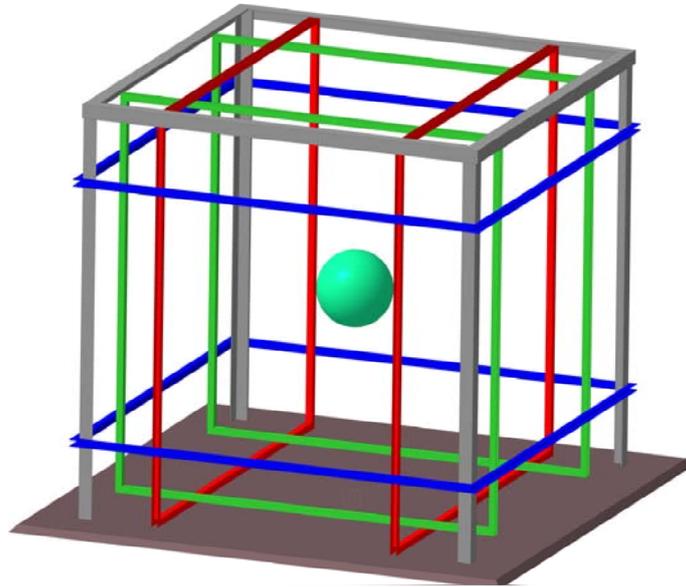
Keywords: simulation bench, attitude control system, CubeSat, SibCube, simulation of geomagnetic field, Helmholtz coil.

Актуальность. В состав космического аппарата (КА) входит множество систем, одна из которых – система ориентации (СО). Для выполнения востребованных задач сверхмалыми КА (СМКА) класса CubeSat требуется активная СО. В связи с массогабаритными ограничениями и проблемой энергодефицита для СМКА оптимальным вариантом по точности ориентации и экономичности СО является активная магнитная система ориентации (АМСО) [1].

В Сибирском государственном аэрокосмическом университете имени академика М. Ф. Решетнева разрабатывается космический аппарат SibCube [2]. Нами были разработаны исполнительные органы АМСО для данного КА [3]. Следующим шагом разработки является тестирование и сравнение изготовленного образца с теоретической моделью, а также с зарубежными аналогами. Для достижения этой цели определён ряд задач. Первой задачей является полунатурное тестирование и калибровка полученной системы на стенде. Для полунатурного тестирования необходимы КА, СО и специальная установка для тестирования, которая смоделирует магнитное поле определенной величины. Целью данной работы является проектирование данной установки и расчет ее параметров.

Концепция стенда. Стенд представляет собой три пары катушек Гельмгольца (см. рисунок). Данная система позволяет создать в центре область однородности поля.

Внутри области однородности будет закреплен спутник на струнном подвесе, обеспечивающем свободное вращение КА. Мы сможем управлять его вращением вдоль вертикальной оси, используя СО. При этом можно измерить реальную скорость ориентации, точность, а также общую работоспособность изготовленной системы.



Модель имитационного стенда

Расчет параметров стенда. Макет должен находиться в области однородности, для нашего макета это $\approx 0,0028 \text{ м}^3$. Определим размеры катушки исходя из необходимой области однородности. Внешняя катушка – квадрат со стороной в 1,2 м. Момент инерции КА по теоретическим расчетам составляет $22\,167 \text{ гр} \times \text{см}^2$. Для определения вектора магнитной индукции была использована следующая формула:

$$\vec{B} = \frac{4\pi^2 J}{mT^2}, \quad (1)$$

где J – момент инерции спутника; m – магнитный момент системы ориентации спутника ($0,4 \text{ А/м}^2$); T – период колебаний (30 с).

Найдя вектор магнитной индукции, перейдем к напряженности магнитного поля \vec{H} , в результате получаем $193,4 \text{ А/м}$. Скорректировав это значение на напряженность поля Земли и округлив до целых, получаем 245 А/м . Исходя из значения, определим величину ампер-витков, для этого воспользуемся следующей формулой [4]:

$$N\vec{I} = \vec{H}R \sqrt{\left(\frac{h^2}{4R^2} + 1\right)}, \quad (2)$$

где R – радиус окружности с площадью равной площади квадратной катушки; h – расстояние между парой катушек в оптимальном случае составляет $1,116 R$.

Зная параметры источника, 1 А и 50 В и катушки $250 A \times$ витков, рассчитали сечение проволоки $0,75 \text{ мм}$ и площадь катушки 2 см^2 . Алюминиевый швеллер с размерами $20 \times 20 \text{ мм}$ и толщиной стенки в $1,5 \text{ мм}$ достаточен из соображений жесткости конструкции. На этом расчет первой пары катушек завершен, можно переходить к расчетам двух оставшихся. Полученные значения представлены в таблице.

Параметры катушек Гельмгольца

	$S, \text{ м}^2$	$A \times \text{ВИТ}$	$R, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$r_{\text{однородности}}, \text{ м}$
1 пара	1,4400	250	0,677	0,756	0,101
2 пара	1,3456	245	0,653	0,729	0,098
3 пара	1,2430	240	0,631	0,704	0,095

Результаты. Рассчитаны габаритные и электротехнические параметры имитатора магнитного поля, исходя из необходимой области однородности поля. Определены конструкционные материалы для реализации проекта. Таким образом, была спроектирована установка для полунатурного тестирования АМСО и проведён расчёт её параметров.

Библиографические ссылки

1. Бабич С. А., Костюков А. С. Обзор и сравнение систем ориентации наноспутников класса CubeSat // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 1. С. 495–497.
2. Зуев Д. М., Пятков А. Г., Мовчан П. В., Смирнов Д. В., Костюков А. С. SibCube – проект студенческого космического аппарата СибГАУ класса CubeSAT // Вестник СибГАУ. 2014. № 4(56). С. 160–166.
3. Костюков А. С., Зуев Д. М., Бабич С. А. Разработка исполнительных органов активной магнитной ориентации для студенческого наноспутника SIBCUBE класса CubeSat // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф. / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 1. С. 502–503.
4. Овчинников М. Ю., Цветков Е. А.. Проектирование имитатора геомагнитного поля в составе лабораторного стенда для отработки способов управления ориентацией микроспутников // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. М., 2005.

© Бабич С. А., Костюков А. С., Зуев Д. М., 2015

УДК 621.314.1

АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В РЕЗОНАНСНОМ КОНТУРЕ ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПРИ НУЛЕВЫХ ТОКАХ*

А. Н. Зорин, Н. Н. Горяшин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: azor118@gmail.com

Исследуются статические потери, вносимые резонансным контуром, в преобразователе напряжения с переключением IGBT транзисторов, выполняющих роль ключевых элементов, при нулевых значениях тока.

Ключевые слова: резонансный преобразователь, повышающий преобразователь напряжения.

ANALYSIS OF LOSS IN RESONANT TANK OF ZERO-CURRENT-SWITCH BOOST CONVERTER

A. N. Zorin, N. N. Goryashin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: azor118@gmail.com

Loss in resonant tank of Zero-Current-Switch Boost Converter with IGBT is analyzed.

Keywords: resonant converter, boost converter.

Увеличение мощности оборудования, находящегося на борту космического аппарата, ставит перед необходимостью повышать удельную мощность и КПД преобразователей, входящих в систему электропитания. Решением этой проблемы является применение методики переключения при нулевом токе или напряжении, особенностью, которой является снижение потерь мощности при переключении и, как следствие, увеличение КПД, а также, возможность увеличения частоты преобразования, что в свою очередь увеличивает удельные энергетические характеристики.

Одним из вариантов преобразователя, работающего в таком режиме, приводится в [1]. Его упрощенная схема показана на рис. 1. Переключение ключевых элементов происходит при нулевом токе благодаря резонансным элементам: L_{p1} , L_{p2} , C_r . Однако дополнительные элементы увеличивают статические потери. Статическая мощность РК определяется суммой статических потерь на элементах входящих в него: основной ключ $K1$, вспомогательный ключ $K2$, встречно-параллельные диоды, диод $VD2$:

$$P_{PK}^{\text{стат}} = P_{K1}^{\text{стат}} + P_{K2}^{\text{стат}} + P_{VD1}^{\text{стат}} + P_{VDK1}^{\text{стат}} + P_{VDK2}^{\text{стат}}.$$

Если в качестве ключевых элементов используются биполярные транзисторы с изолированным затвором, выделяемая на них статическая мощность, определяется следующей формулой:

$$P_K^{\text{стат}} = \frac{1}{T} \cdot \int I_K \cdot U_{KЭ} dt,$$

где I_K – ток коллектора; $U_{KЭ}$ – напряжение коллектор-эмиттер.

Для вычисления мощности, была аппроксимирована зависимость тока коллектора от напряжения коллектор-эмиттер, полученная из технической документации, формулой вида $I(U) = a \cdot (e^{b \cdot U} - 1)$ (рис. 2).

* Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0082). Уникальный идентификатор RFMEFI57714X0082.

Как видно из рис. 3, зависимость потерь в резонансном контуре от L_{p2} имеет экстремальный характер (экстремум показан линией), что позволяет сформировать критерии оптимизации параметров РК, с точки зрения минимума статических потерь.

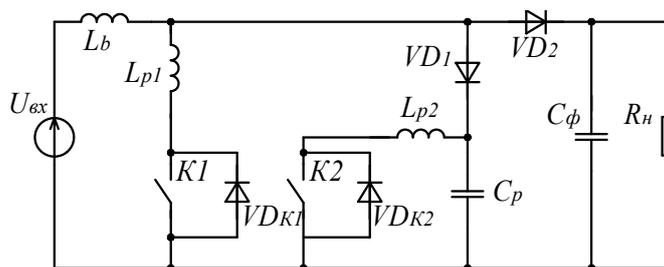


Рис. 1. Упрощенная схема повышающего ПНТ преобразователя напряжения с ШИМ

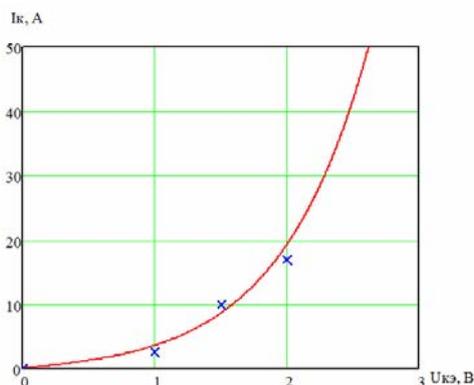


Рис. 2. Аппроксимация характеристики транзистора irgb4061dpbf

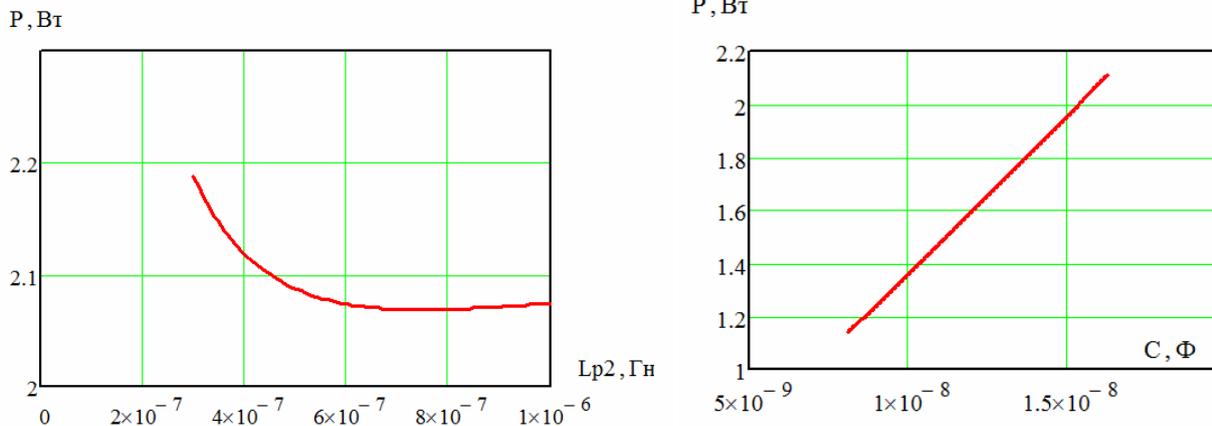


Рис. 3. Зависимость потерь в резонансном контуре от параметров резонансного контура

Библиографическая ссылка

1. Cho В. Н. Novel zero-current-switching (ZCS) PWM switch cell minimizing additional conduction loss // IEEE Transactions on industrial electronics. 2002. Vol. 49, No. 1. P. 165–171.

© Зорин А. Н., Горяшин Н. Н., 2015

УДК 629.7.064.52

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Р. И. Куницын, А. О. Казарин, Н. В. Штабель
Научный руководитель – Е. А. Мизрах

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: madantoxa@pochta.ru

Исследовано быстродействие макетного образца устройства защитного отключения сетей постоянного тока, произведена проверка компьютерной модели цифровой обработки сигналов.

Ключевые слова: устройство защитного отключения, постоянный ток, быстродействие, цифровая обработка сигналов, токи утечки, ток нагрузки.

EXPERIMENTAL STUDY OF PROTECTIVE DEVICE FOR DIRECT CURRENT NETWORKS

R. I. Kunitsyn, A. O. Kazarin, N. V. Shtabel
Scientific supervisor – E. A. Mizrah

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: madantoxa@pochta.ru

Authors investigated the performance of protective device for direct current networks, made a computer model of digital signal processing.

Keywords: residual current device, direct current, speed, digital signal processing, and leakage current, load current.

В настоящее время в электротехнике применяются устройства защитного отключения (УЗО), используемые для защиты электрооборудования, а также человека от поражения электрическим током при снижении сопротивления изоляции путем отключения подачи энергии.

В Российской промышленности и быту широко применяются УЗО для сетей переменного тока, однако для сетей постоянного тока такие устройства встречаются гораздо реже. В сетях постоянного тока при снижении сопротивления изоляции или при контакте человека с токоведущими шинами также возможно появление токов утечки, что требует применения УЗО для защиты электрооборудования и людей, это особенно актуально при испытаниях электрооборудования спутников, в системах солнечной энергетики и т. д.

В УЗО сетей переменного тока для измерения токов утечки используется дифференциальный трансформатор тока [2; 3], однако он неспособен измерять постоянные токи утечки, что делает его применение невозможным в сетях постоянного тока. Поэтому в предложенном УЗО для измерения токов утечки предлагается использовать датчики малых токов на основе эффекта Холла. В отличие от большинства существующих УЗО и устройств измерения токов утечки, использование датчика на основе эффекта Холла позволяет исключить гальваническую связь УЗО с защищаемой сетью, что исключает любые воздействия на защищаемую сеть.

Авторами был разработан и изготовлен макетный образец УЗО сетей постоянного тока, быстродействие которого исследуется в данной работе.

Структурная схема УЗО постоянного тока показана на рис. 1.

На структурной схеме УЗО показаны: ключ размыкания цепи К, дополнительные резисторы R1 и R2 с ключами K1 и K2, микроконтроллер МК (семейство STM32), устройство ввода ВВ, устройство

индикации ИНД, датчик токов утечки ДТУ (модель SLD-1), датчик тока нагрузки ДТ (модель LEM LA200-P), сопротивления изоляции $R_{из1}$ и $R_{из2}$, блок питания БП.

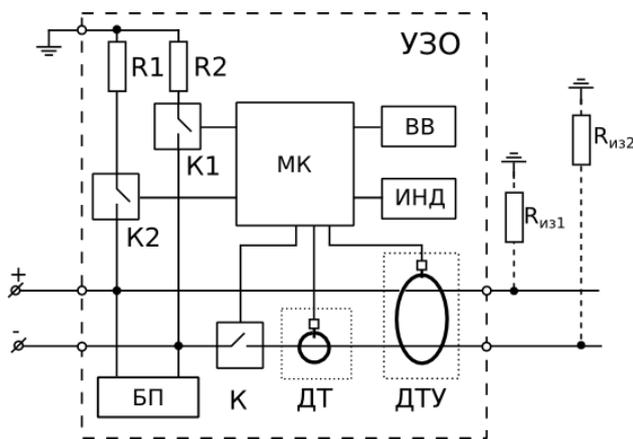


Рис. 1. Структурная схема УЗО

В процессе работы УЗО шина заземления с помощью ключей K1 и K2 попеременно подключается к плюсовой и минусовой шинам сети питания через резисторы R1 и R2. При этом образуется цепь протекания токов утечки через заземляющую шину, сопротивления $R_{из2}$ и $R_{из1}$ соответственно, что позволяет произвести измерение величины токов утечки. Устройство ввода совместно с устройством индикации позволяет задавать пороги срабатывания на ток утечки и ток нагрузки. Дополнительно с помощью датчика ДТ, выполненного также на основе эффекта Холла, обеспечивается защита по току нагрузки.

В данном УЗО в качестве устройства управления и обработки сигналов используется микроконтроллер со встроенным АЦП, который позволяет производить преобразование сигналов с ДТ и ДТУ в цифровой вид, и затем, осуществляя сравнение полученных значений с заданными уставками, принять решение о размыкании цепи.

Исходя из требований по безопасности электроустановок [1] были определены следующие требования по времени срабатывания УЗО для защиты человека: 30 мс. при токах нагрузки менее 16 А, 150 мс. при токах нагрузки свыше 16 А.

Значения дифференциальных токов срабатывания УЗО: 6–30 мА при величине тока нагрузки I_n менее 16 А, до 500 мА при величине тока нагрузки свыше 16А. Указанные требования достаточны при напряжении питающей сети до 100 В.

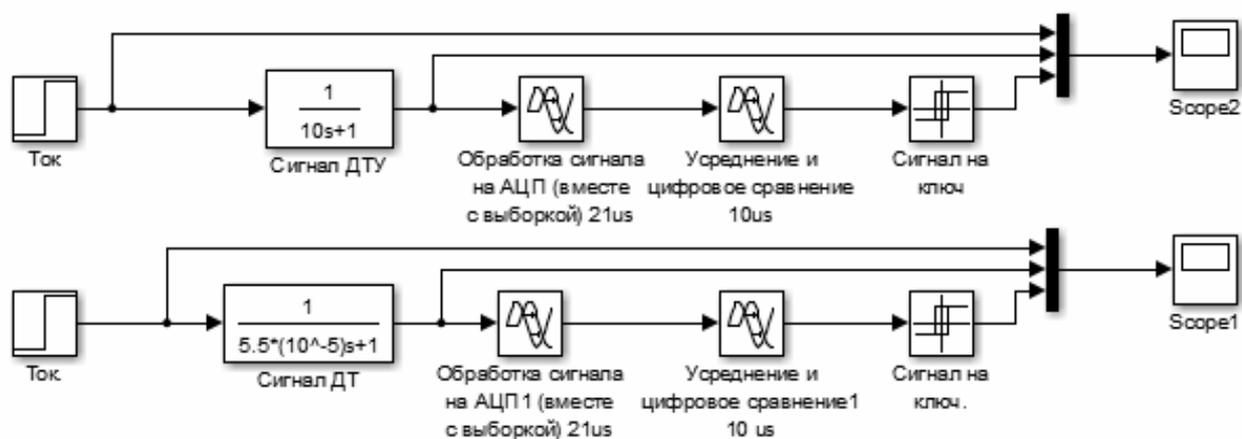


Рис. 2. Схема моделирования цифровой цепи обработки сигналов в Simulink

Было произведено снятие характеристик с реального устройства и сравнение полученных показателей быстродействия с компьютерной моделью цепи обработки сигналов УЗО. Моделирование УЗО производилось в программном пакете Simulink. Схема моделирования цифровой цепи обработки сигналов в УЗО показана на рис. 2. Результаты исследования приведены на рис. 3-4.

В ходе тестирования устройства получены следующие значения: время срабатывания по току нагрузки устройства – 140 мкс (рис. 4, б), по току утечки – 396 мс (рис. 3б). При моделировании получены следующие значения – время срабатывания ДТ нагрузки устройства – 130 мкс (рис. 3а), ДТУ устройства – 383 мс (рис. 4, а). Таким образом, результаты, полученные при тестировании устройства и моделировании практически одинаковые, что говорит о соответствии устройства программной модели. Также следует отметить, что время срабатывания устройства соответствует требованию по безопасности электроустановок, а ток утечки удовлетворяет требуемым значениям дифференциальных токов срабатывания УЗО.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0082). Уникальный идентификатор RFMEFI57714X0082.

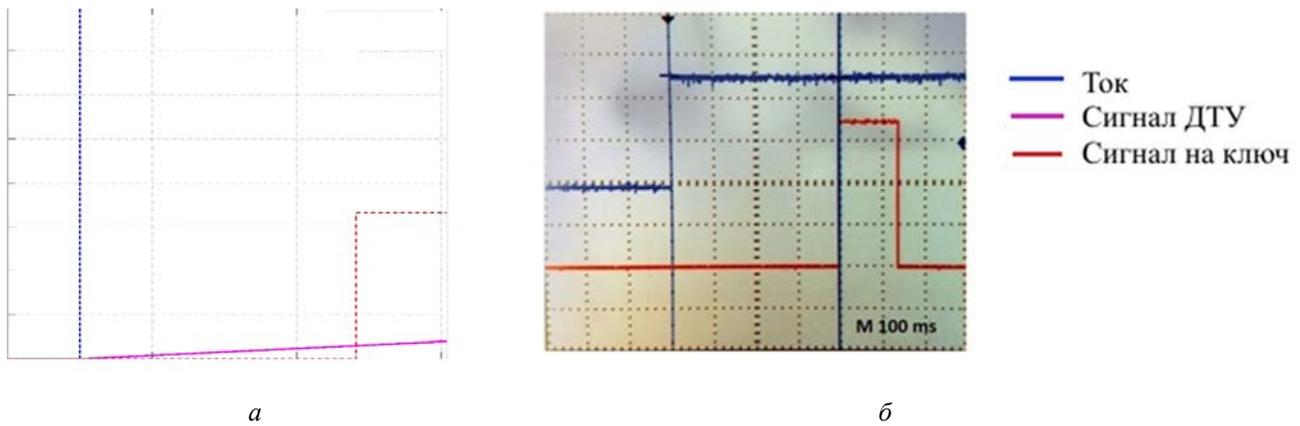


Рис. 3. Сигнал с ДТУ модели (а) и устройства (б)

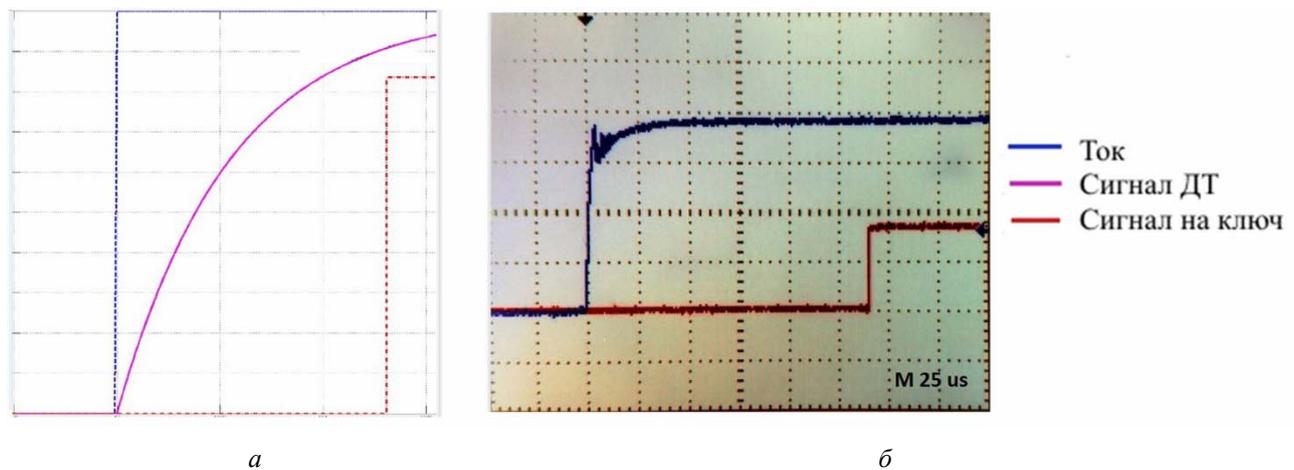


Рис. 4. Сигнал с ДТ модели (а) и устройства (б)

Библиографические ссылки

1. О безопасности электроустановок : технический регламент. 2008.
2. ГОСТ Р 50807–95 (МЭК 755-83). Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний. М. : Стандартинформ, 2003.
3. Полезная модель 31688 Российская Федерация. Устройство защитного отключения / Г. К. Шварц, Г. И. Грунский // Заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Концерн Энергомера», заявл. 2003107196/20, 19.03.2003; зарегистр. 20.08.2003.

© Куницын Р. И., Казарин А. О., Штабель Н. В., 2015

УДК 621.3.34

НАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО РЕКУПЕРАТИВНОГО ТИПА, С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ, ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЭНЕРГОСИСТЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ*

Д. К. Лобанов, Е. А. Копылов, А. С. Федченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slhmmr@gmail.com

Рассматривается структура нагрузочного устройства рекуперативного типа для испытаний энергосистем космических аппаратов, приведены результаты имитационного моделирования.

Ключевые слова: нагрузочное устройство, системы электропитания, импульсный преобразователь, математическое моделирование.

POWER RECOVERY TYPE ELECTRONIC LOAD WITH IMPROVED PROPERTIES FOR SPACECRAFT POWER SUPPLY SYSTEM TESTING

D. K. Lobanov, E. A. Kopylov, A. S. Fedchenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slhmmr@gmail.com

Structure of power recovery type electronic load for spacecraft power supply system testing is considered, results of simulation is presented.

Keywords: electronic load, power supply systems, switched-mode converter, mathematical modeling.

Имитационно-натурные комплексы (ИНК) предназначены для наземных испытаний энергосистем космических аппаратов. В состав ИНК входят имитатор солнечной батареи, испытываемый источник вторичного электропитания, имитатор аккумуляторной батареи, стабилизирующий выпрямитель, нагрузочное устройство. В случае необходимости обеспечения энергосбережения, в ИНК используются нагрузочные устройства рекуперативного типа (НУРТ), которые могут быть выполнены с использованием непрерывного или импульсного регулирующих элементов [1].

Исследование НУРТ с импульсным регулирующим элементом (РЭ) [2] позволило выявить ряд недостатков этого типа регулирующих элементов, среди которых: невозможность обеспечения требуемой динамики входного тока НУРТ при имитации ступенчатых воздействий и сложность обеспечения нужной полосы воспроизведения гармонических помех. Эти недостатки могут быть компенсированы путём одновременного использования импульсного и непрерывного РЭ, входящих в состав импульсного и непрерывного стабилизаторов тока соответственно (ИСТ и НСТ), включенных последовательно.

С помощью имитационной модели (рис. 1), разработанной в среде MicroCAP, были проведены вычислительные эксперименты, в ходе которых получены энергетические и динамические характеристики НУРТ.

Имитационная модель состоит из нескольких функциональных блоков: первичного источника электроэнергии (ПИЭ), питающего вторичный источник питания (ВИП), НСТ и ИСТ, являющиеся нагрузкой для ВИП, и блоки управления ВИП, НСТ и ИСТ. НУРТ содержит включенные последовательно НСТ и ИСТ, причем НСТ стабилизирует входной ток НУРТ, ИСТ стабилизирует ток, протекающий через НСТ, что ограничивает мощность, выделяемую на транзисторах НСТ. Выход ИСТ подключен параллельно через развязывающие диоды к выходу ПИЭ, что позволяет рекуперировать

* Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0082).

электроэнергию в сеть постоянного тока электропитания комплекса. Такая структура позволяет объединить преимущества устройств, работающих в непрерывном режиме – высокое быстродействие, и в импульсном режиме – высокий КПД

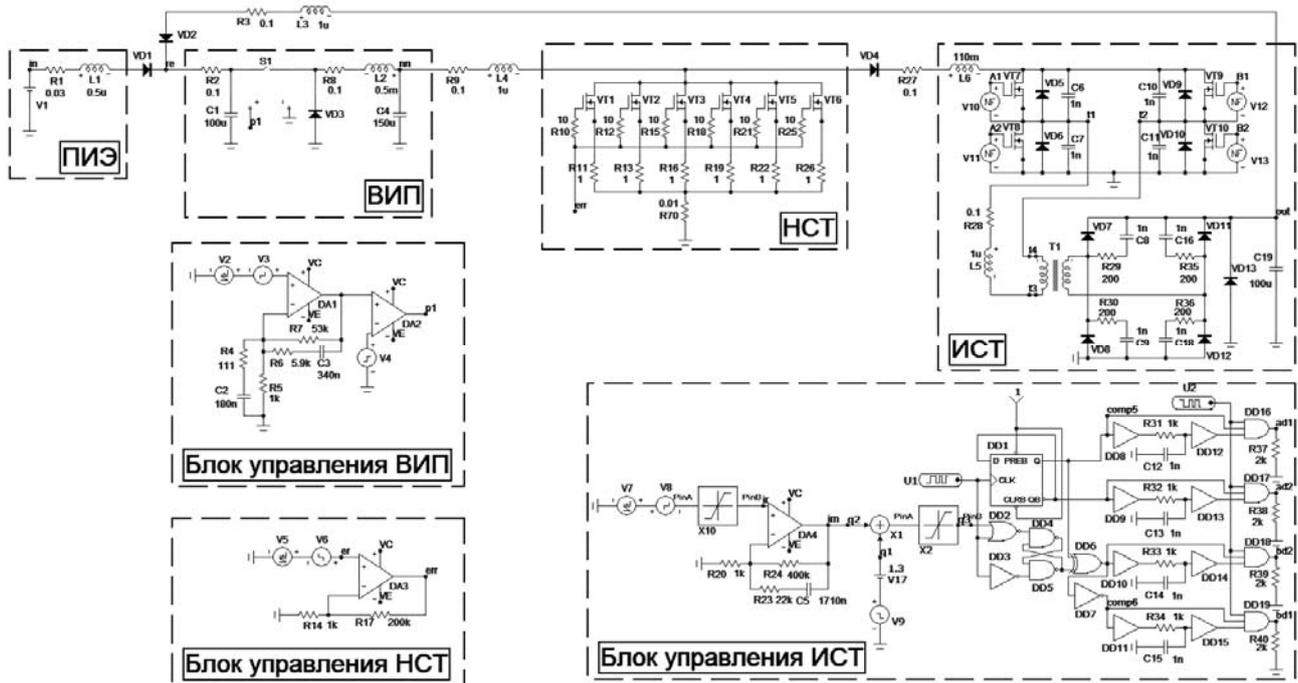


Рис. 1. Имитационная модель НУРТ в пакете Micro-CAP

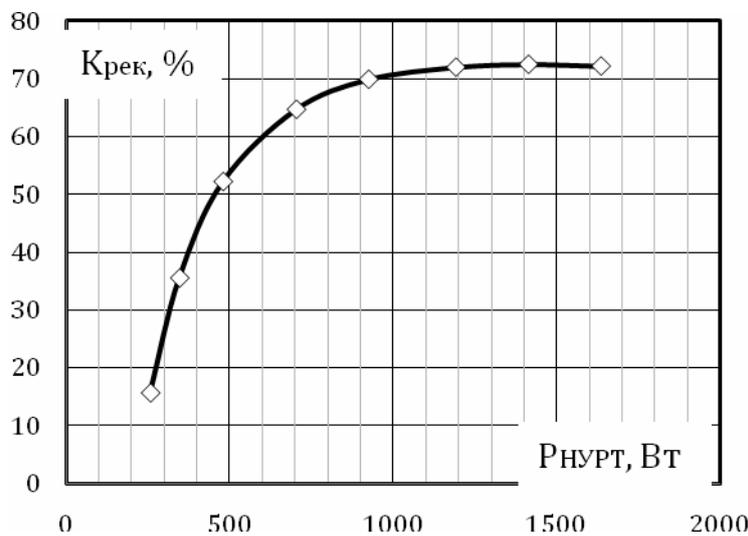


Рис. 2. Зависимость коэффициента рекуперации от входной мощности НУРТ

Об эффективности НУРТ можно судить по коэффициенту рекуперации – отношению рекуперированной мощности к мощности, потребляемой НУРТ. Из рис. 2, полученного в результате моделирования, видно, что с ростом мощности, потребляемой НУРТ с каскадным включением НСТ и ИСТ, коэффициент рекуперации растет. Этот рост обусловлен увеличением рекуперированной мощности по отношению к мощности, потребляемой НСТ, которая практически постоянна.

В работе [3] был исследован НУРТ с каскадным включением НСТ и ИСТ понижающего типа. При включении его входной ток превышал 20 А, что ставило необходимость использования входных конденсаторов, рассчитанных на работу при соответствующих токах. Эта проблема решена путём замены топологии ИСТ с понижающей схемы на повышающую ввиду наличия в этой схеме

входного дросселя (рис. 3), что также снижает требования по рабочему току для ключевых элементов.

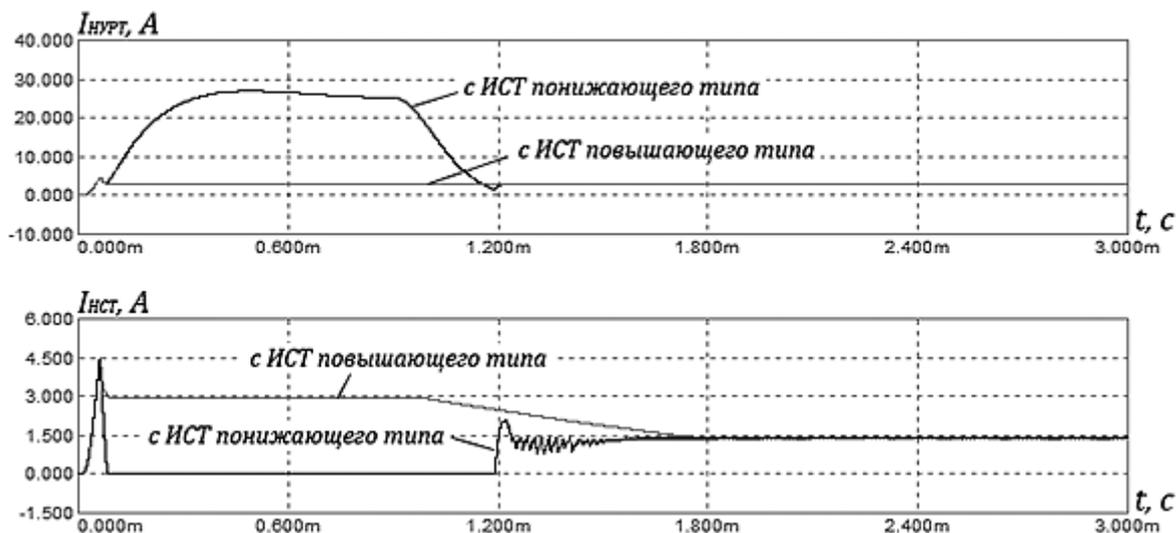


Рис. 3. Переходные процессы входного тока НУРТ и тока НСТ при включении

Созданная модель позволяет уменьшить время на проектирование НУРТ и может быть использована для анализа динамических и энергетических характеристик НУРТ.

Библиографические ссылки

1. Многофункциональный энергосберегающий имитационный нагрузочный комплекс для систем электропитания космических аппаратов / А. Г. Юдинцев, В. М. Рулевский, Ю. А. Шиняков и др. // Доклады ТУСУРа. 2011. № 2(24). С. 275–281.
2. Мизрах Е. А., Лобанов Д. К. Энергосберегающее нагрузочное устройство для испытаний систем электропитания постоянного тока // Вестник СибГАУ. Красноярск, 2010. Вып. 6(32). С. 56.
3. Лобанов Д. К., Мизрах Е. А. Экспериментальное исследование опытного образца нагрузочного устройства рекуперационного типа // Вестник СибГАУ. Красноярск, 2012. Вып. 4(44). С. 34.

© Лобанов Д. К., Копылов Е. А., Федченко А. С., 2015

УДК 629.7.064.52

**ДВУНАПРАВЛЕННЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ
ДЛЯ ИМИТАТОРА АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ***

Н. В. Мацук

Научный руководитель – Д. К. Лобанов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ma3aika92@mail.ru

Рассмотрен двунаправленный импульсный преобразователь напряжения и имитатор аккумуляторной батареи, построенный на его основе, с рекуперацией энергии в сеть постоянного тока наземного испытательного комплекса. Выполнено моделирование разряда и заряда имитатора аккумуляторной батареи в пакете Micro-Cap.

Ключевые слова: системы электропитания, имитатор, импульсный преобразователь, аккумуляторная батарея, рекуперация.

**THE BIDIRECTIONAL SWITCH MODE VOLTAGE CONVERTER
FOR BATTERY SIMULATOR**

N. V. Matsuk

Scientific supervisor – D. K. Lobanov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ma3aika92@mail.ru

The bidirectional switch mode voltage converter and battery simulator which was built on its basis with recovering of the energy to the DC ground test facility were considered. The modeling of the discharge and charge the battery simulator is in package Micro-Cap.

Keywords: power supply systems, simulator, switch mode converter, battery, recovery.

Имитатор аккумуляторной батареи (ИАБ), являясь частью наземного испытательного комплекса (НИК), используется для испытания систем электропитания (СЭП) космического аппарата (КА). Особенностью ИАБ является необходимость работы в качестве источника энергии (режим имитации разряда аккумуляторной батареи (АБ)) и в качестве потребителя энергии (режим имитации заряда АБ). Поскольку токи разряда и заряда АБ достигают десятки ампер при напряжении АБ порядка сотни вольт, то для уменьшения тепловыделений и энергосбережения целесообразно использование при эксплуатации НИК методов рекуперации энергии [1].

ИАБ, входящий в состав НИК с рекуперацией энергии в сеть постоянного тока комплекса (рис. 1), содержит: управляемый непрерывный стабилизатор напряжения (УНСН), образованный НРЭ, ДН, УС2, воспроизводящий статические и динамические характеристики АБ. Закон управления для стабилизатора формируется с помощью САЧ и зарядно-разрядной характеристики, заданной в ФП [2]; импульсный стабилизатор тока НРЭ, образованный ИП, УС1 и ДТ1, ограничивающий ток НРЭ, что позволяет уменьшить рассеиваемую мощность УНСН, его габариты и массу [3].

Для упрощения системы управления, улучшения массогабаритных характеристик ИАБ, в работе предлагается использование двунаправленного импульсного преобразователя (ИП), способного преобразовывать энергию в обоих направлениях: как от ВС к ЭПО (режим разряда АБ), так и, наоборот, от ЭПО к ВС (режим заряда АБ). Основу ИП составляет мостовой преобразователь понижающего типа с синхронным выпрямлением.

* Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0082). Уникальный идентификатор RFMEFI57714X0082.

В ходе работы была спроектирована схема ИАБ и выполнено моделирование ИАБ (рис. 2) с помощью пакета Micro-Cap.

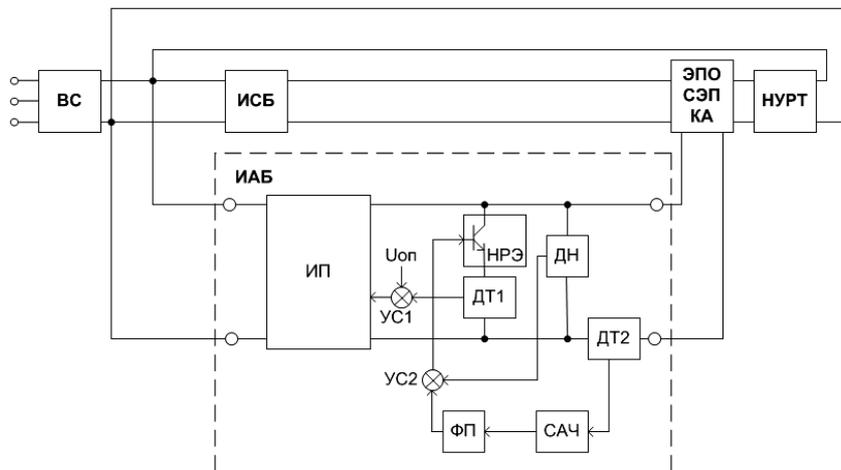


Рис. 1. Структурная схема НИК:

ВС – выпрямитель-стабилизатор; ИСБ – имитатор солнечной батареи; ЭПО СЭП КА – электропреобразующее оборудование системы электропитания космического аппарата; НУРТ – нагрузочное устройство рекуперативного типа; ИАБ – имитатор аккумуляторной батареи; ИП – импульсный преобразователь; НРЭ – непрерывный регулирующий элемент; ДТ1, ДТ2 – датчики тока; ДН – датчик напряжения; ФП – функциональный преобразователь; САЧ – счетчик ампер-часов; УС1, УС2 – усилители сумматоры; Uоп – опорное напряжение

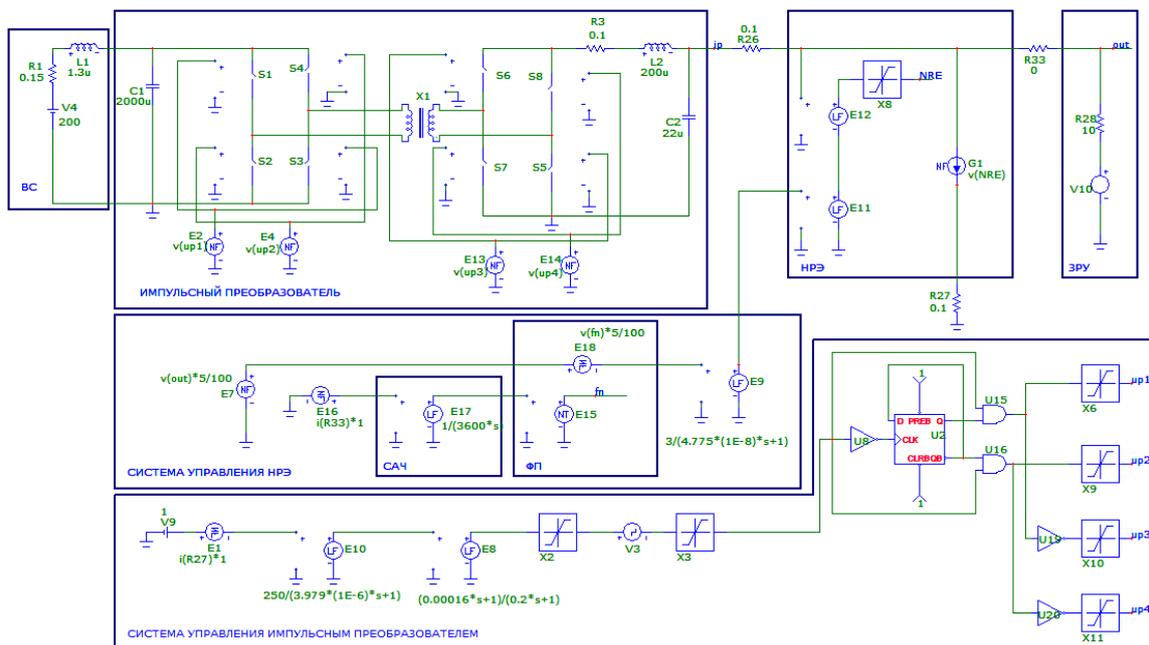


Рис. 2. Модель ИАБ, собранная в пакете Micro-Cap

Схема моделирования ИАБ состоит из следующих блоков: ВС; двунаправленный ИП (содержит ключи S1-S8, трансформатор X1, входной фильтр C1, выходной фильтр L2C2); НРЭ (представлен в виде линейных управляемых источников, задаваемых операторным выражением Лапласа, E11, E12 и источником тока G1); зарядно-разрядное устройство ЗРУ (представляет собой импульсный источник напряжения V10 (величина напряжения меняется от 0 до 120 В) с сопротивлением R28, что позволяет моделировать и режим разряда, и режим заряда аккумуляторной батареи); система управления НРЭ (содержит САЧ и ФП); система управления ИП.

ИАБ в режиме имитации заряда АБ осуществляет рекуперацию энергии в сеть постоянного тока НИК с коэффициентом рекуперации порядка 60 % (рис. 3, *з*).

Важным свойством для ИАБ является точность воспроизведения зарядно-разрядной характеристики АБ (рис. 4, *а*).

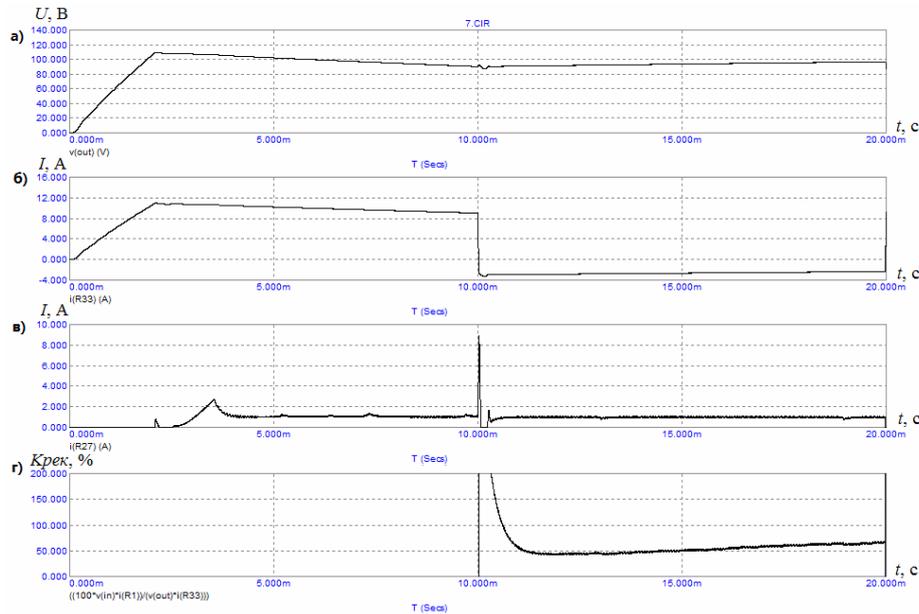


Рис. 3. Переходные процессы в режиме разряда и заряда:
а – напряжение на выходе ИАБ; *б* – ток на выходе ИАБ;
в – ток через ИРЭ; *з* – коэффициент рекуперации

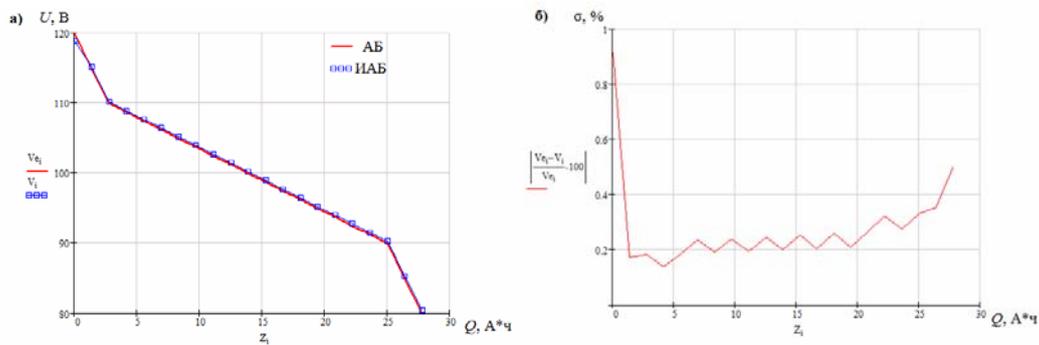


Рис. 4. Результаты моделирования ИАБ:
а – разрядные характеристики; *б* – относительная ошибка воспроизведения характеристики

Таким образом, ИАБ, в состав которого входит предложенный двунаправленный импульсный преобразователь напряжения, имитирует заряд и разряд АБ с ошибкой воспроизведения зарядно-разрядной характеристики не более 1 % (рис. 4).

Библиографические ссылки

1. Лобанов Д. К., Мизрах Е. А. Энергосберегающее нагрузочное устройство для испытаний систем электропитания постоянного тока // Вестник СибГАУ. 2010. № 6(32). С. 56–60.
2. Волочаев М. Н., Мизрах Е. А. Имитатор разрядных характеристик аккумуляторной батареи для испытания систем энергоснабжения космических аппаратов // Студент и научно-технический прогресс : материалы 51-й Междунар. науч. студ. конф. (12–18 апреля 2013, г. Новосибирск) ; Новосибирский гос. ун-т. Новосибирск, 2013. С. 39.
3. Лобанов Д. К., Мизрах Е. А. Нагрузочное устройство рекуперативного типа с улучшенными динамическими характеристиками // Вестник СибГАУ. 2012. № 4(44). С. 14–23.

УДК 629.7.018

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИМИТАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Д. Н. Пойманов, С. Б. Ткачев, Р. В. Балакирев, Н. В. Штабель
Научный руководитель – Е. А. Мизрах

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail dh_st@mail.ru

Рассмотрены функции и структурная схема имитационного комплекса для электрических испытаний электротехнических систем космических аппаратов. Приведены результаты экспериментальных исследований экспериментального образца имитационного комплекса.

Ключевые слова: имитационный комплекс, электрические испытания, электротехническая система, структурная схема, переходные процессы.

**EXPERIMENTAL STUDIES OF SIMULATION FACILITY FOR SPACECRAFT
POWER SUPPLY SYSTEM ELECTRICAL TESTS**

D. N. Poymanov, S. B. Tkachev, R. V. Balakirev, N. V. Shtabel
Scientific supervisor – E. A. Mizrah

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dh_st@mail.ru

The article describes functions and block diagram of simulation facility for spacecraft power supply system electrical tests. The results of experimental studies of simulation facility model are given.

Keywords: simulation facility, electrical tests, power supply system, block diagram, transients.

Имитационный комплекс (ИК) имитирует основные технические характеристики системы электропитания (СЭП) космического аппарата (КА) и предназначен для электрических испытаний электротехнических систем (ЭТС) КА.

Одной из важных задач электрических испытаний ЭТС КА является проверка на работоспособность и устойчивость к воздействию по шинам питания электромагнитных помех допустимой амплитуды (ГОСТ Р51317.4.11–2007). Бортовая СЭП в этом случае не соответствует условиям испытаний по следующим причинам:

– для имитации ухудшения качества напряжения питания вследствие аварийных режимов и постепенной деградации электротехнического оборудования бортовой СЭП, требуется варьировать напряжение в широком диапазоне значений на входах потребителей (ЭТС);

– СЭП КА не может воспроизводить помехи на шинах питания с заданными параметрами, что не позволяет имитировать помеховую обстановку и проверять на работоспособность и устойчивость к воздействию по шинам питания электромагнитных помех допустимой амплитуды ЭТС КА, например, ретрансляторов;

– бортовую СЭП КА нежелательно использовать при входном контроле электрооборудования потребителей электроэнергии из-за возможности возникновения нештатных ситуаций или отказов испытываемого оборудования, что может привести к выходу из строя маломощных потребителей.

Поэтому для автономных испытаний ЭТС КА авторами разработан и создан имитационный комплекс СЭП КА. ИК выполняет следующие функции:

- обеспечивает питание ЭТС КА номинальным напряжением 100В;
- имитирует выходной импеданс СЭП на шине 100В;

- имитирует помеховую обстановку на выходной шине 100 В;
- осуществляет защиту ЭТС КА по току и напряжению;
- осуществляет контроль токов утечки между выходными шинами и корпусом во включенном состоянии (для оценки сопротивления изоляции);
- принимает и исполняет команды управления (КУ), формирует и выдает информационные сигналы по интерфейсу RS232;
- выдает аналоговую и дискретную информацию состояния устройств ИК.

ИК состоит из основных и вспомогательных устройств, представленных на структурной схеме (рис. 1).

Основными устройствами комплекса являются:

- имитатор системы электропитания (ИСЭП) КА;
- управляющий комплекс (УК);
- генератор тестовых сигналов (ГТС);
- контрольный многоканальный осциллограф.

Тестируемые ЭТС КА подключаются к выходным линиям (Л1...Л4) и дифференциальным измерительным входам (изм. 1...16) ИСЭП. Применение нескольких выходных линий позволяет избирательно подключать и отключать питание электрических устройств ЭТС КА в процессе испытаний.

Для проведения периодического контроля электрических параметров или получения предварительной оценки переходных процессов включения линий, вместо ЭТС КА к ИСЭП подключается нагрузочное устройство рекуперативного типа (НУРТ), либо имитатор нагрузки (ИН) и дополнительный осциллограф.

Большинство электрических параметров ИСЭП (напряжение стабилизации, работа защит по токам линий, измерение коэффициентов датчиков токов выходных линий, коэффициентов делителей измерительной системы и др.) проверяются в рабочих режимах от тока холостого хода до максимально допустимого суммарного тока нагрузки. Использование НУРТ в этом случае позволяет уменьшить мощность нагрузки и автоматизировать процесс проведения испытаний [1].

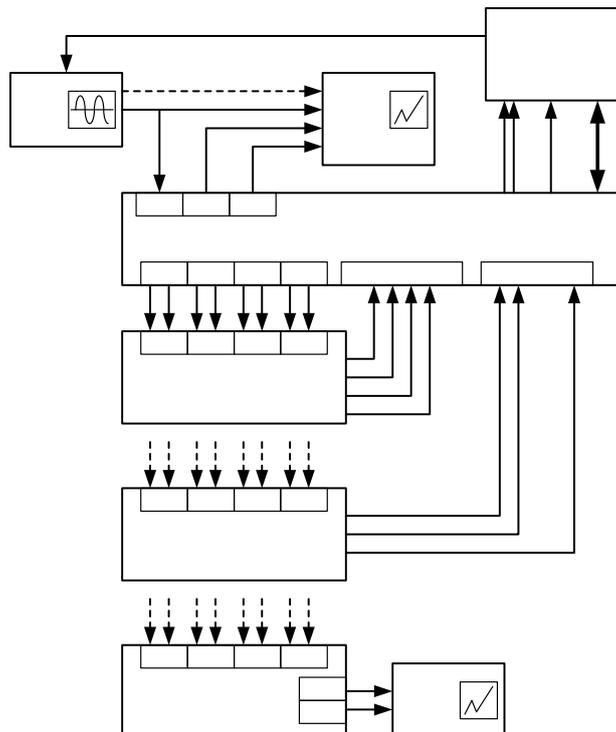


Рис. 1. Структурная схема ИСЭП

На входе большинства приборов ЭТС КА подключены входные индуктивно-емкостные фильтры. При этом ограничение пускового тока ЭТС КА достигается ограничением скорости нарастания напряжения на выходе СЭП. Повторение этого способа в ИСЭП нерационально, так как фактически приведет к созданию нескольких независимых ИСЭП, работающих параллельно.

Для ограничения пусковых токов, питание испытываемого от ИСЭП оборудования производится через управляемые стабилизаторы пускового тока (УСПТ), подключаемые на время заряда емкостей входных фильтров. После достижения требуемого значения напряжения стабилизации, выходная линия ИСЭП переключается на стабилизатор напряжения ИСЭП, а УСПТ отключается.

Для определения оптимальных параметров работы или проверки УСПТ, к ИСЭП подключается ИН, воспроизводящий частотные характеристики входных фильтров ЭТС КА.

На рис. 2, а представлены переходные процессы тока и напряжения одной из нагрузок ИН без ограничения пускового тока, а на рис. 2, б – при использовании УСПТ.

На рис. 3 представлен внешний вид исследуемого ИСЭП мощностью 13 кВт.

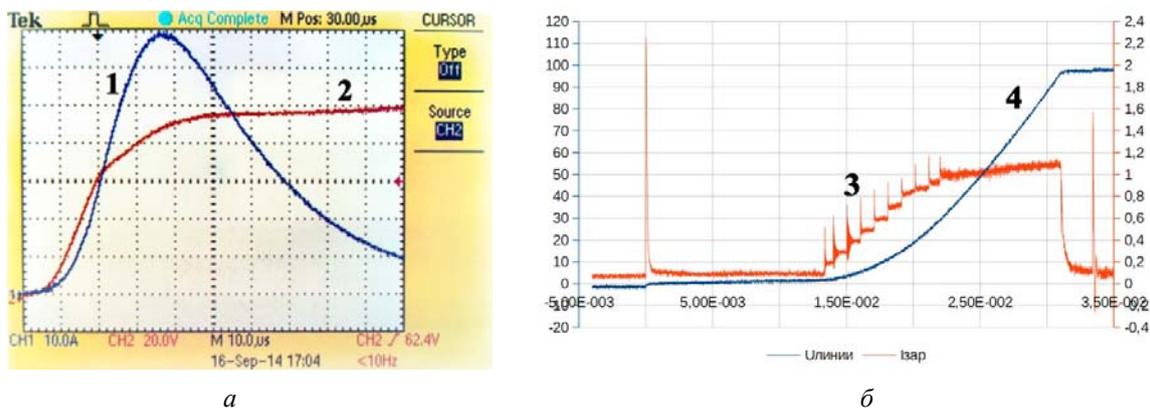


Рис. 2. Переходные процессы тока (1, 3) и напряжения (2, 4) на входе ИН



Рис. 3. Внешний вид ИСЭП 13 кВт

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.577.21.0082).

Уникальный идентификатор RFMEFI57714X0082.

Библиографическая ссылка

1. Лобанов Д. К., Мизрах Е. А. Экспериментальное исследование опытного образца нагрузочного устройства рекуперационного типа // Вестник СибГАУ. 2012. № 4(44). С. 34–36.

УДК 669.713.7

**КОЛЛЕКТИВНЫЙ БИОНИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ¹**

Ш. А. Ахмедова
Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: shahnaz@inbox.ru

Разработан новый самонастраивающийся коллективный бионический алгоритм, позволяющий решать задачи многокритериальной безусловной оптимизации с вещественными переменными, основная идея которого заключается в кооперации пяти известных методов стайного типа. Исследование эффективности полученной эвристики было проведено на множестве тестовых задач различной размерности: ее работоспособность была установлена, показана целесообразность ее применения.

Ключевые слова: бионические алгоритмы, самонастройка, оптимизация, многокритериальные задачи.

**COLLECTIVE BIONIC ALGORITHM FOR SOLVING MULTI-OBJECTIVE
REAL-PARAMETER UNCONSTRAINED OPTIMIZATION PROBLEMS**

Sh. A. Akhmedova
Scientific supervisor – E. S. Semenkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: shahnaz@inbox.ru

New self-tuning collective bionic algorithm, which basic idea consists in co-operative work of already well-known five swarm intelligence algorithms, was developed for solving multi-objective real-parameter unconstrained optimization problems. Investigation of the effectiveness of obtained heuristic was conducted on the subset of test problems: its workability was established and its usefulness was demonstrated.

Keywords: bionic algorithms, self-tuning, optimization, multi-objective problems.

Коллективный самонастраивающийся алгоритм однокритериальной безусловной оптимизации на основе стайных бионических методов, названный Co-Operation of Biology Related Algorithms (COBRA) был впервые описан в [1]. Подобные алгоритмы для решения различных оптимизационных задач ранее встречались во многих работах, например в [2] или в [3]. Главная идея алгоритма COBRA заключается в параллельной работе пяти известных методов роевого интеллекта (в частности, использовались метод роя частиц или Particle Swarm Optimization [4], алгоритм летучих мышей или Bat Algorithm [5] и др.), которые в ходе работы программы обмениваются «информацией» между собой и «соперничают» за индивидов. Основным преимуществом разработанного оптимизационного метода является возможность автоматической настройки количества индивидов, то есть размера

¹ Работа выполнена в рамках проекта RFMEFI57414X0037.

популяции, для каждого алгоритма-компонента. Таким образом, был предложен метод самонастройки алгоритма COBRA путем учета пригодности популяции каждого из перечисленных методов оптимизации, основанный на идее конкуренции и коэволюции, высказанной и обоснованной в [6; 7] и успешно примененной в сложных практических задачах в [8–10]. В работе [11] работоспособность и эффективность разработанной эвристики успешно обоснованы и получили практическое подтверждение: метод COBRA был протестирован на множестве задач безусловной оптимизации, взятых с конкурса CEC'2013.

Алгоритм COBRA был модифицирован для решения задач многокритериальной безусловной оптимизации с вещественными переменными. Разработанная модификация была названа COBRA-m [12], для ее реализации были также реализованы многокритериальные версии алгоритмов-компонент и применена теория Парето оптимальности. Для эвристики COBRA обмен «информацией», и «соперничество» между алгоритмами-компонентами реализуются с помощью определения их худших, лучших и средних значений целевой функции. Однако для многокритериальных задач такой подход не работоспособен, поэтому конкуренция и кооперация между бионическими методами, составляющими эвристику COBRA-m, осуществлялась с помощью новой функции пригодности, определяемой как алгебраическая взвешенная сумма исходных критериев. Стоит отметить, что весовые коэффициенты для всех критериев генерировались как случайные числа на интервале (0; 1).

Разработанный алгоритм COBRA-m был исследован на подмножестве тестовых задач (ZDT1, ZDT2, ZDT3, SCH) различной размерности [13; 14], кроме того, проводилось его сравнение с алгоритмами-компонентами. Тестирование было реализовано следующим образом:

- 1) максимальное число оптимальных по Парето точек, сохраняемых в ходе работы алгоритма, было установлено равным 200;
- 2) размер популяций для алгоритмов-компонент был равен 50;
- 3) число итераций для алгоритмов-компонент было равно 1000;
- 4) максимальное число вычислений функций для алгоритма COBRA-m было установлено равным 50000;

Эффективность алгоритмов оценивалась с помощью определения «расстояния» между полученным фронтом Парето PF^e и действительным PF^f по формуле

$$E = \| PF^e - PF^f \|^2.$$

Результаты проведенных исследований представлены в таблице (PSO, WPS, FFA, CSA, BA – названия алгоритмов-компонент).

Результаты сравнения эвристики COBRA-m ее компонент

	PSO	WPS	FFA	CSA	BA	COBRA-m
ZDT1	7.2E-05	4.8E-06	2.3E-06	1.2E-06	3.7E-04	1.1E-06
ZDT2	6.8E-07	3.2E-07	8.9E-06	7.3E-06	2.4E-04	2.6E-07
ZDT3	2.9E-05	1.9E-05	3.7E-05	2.2E-05	5.2E-05	1.4E-05
SCH	2.5E-06	1.7E-06	5.5E-09	4.9E-09	5.1E-07	2.7E-09

Таким образом, эффективность и работоспособность разработанного алгоритма для решения многокритериальных задач безусловной оптимизации с вещественными переменными была доказана. Путем исследований было установлено, что новая эвристика COBRA-m демонстрирует лучшие результаты, чем ее компоненты, а значит, может быть применена вместо них.

Библиографические ссылки

1. Akhmedova Sh., Shabalov A. Development and Investigation of Bio-logically Inspired Algorithms Cooperation Metaheuristic // Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion (GECCO'13). 2013. P. 1417–1418.
2. Семенкина О. Е., Семенкина О. Э. Исследование эффективности бионических алгоритмов комбинаторной оптимизации // Программные продукты и системы. 2013. № 3 (103). С. 129–133.
3. Сергиенко Р. Б., Семенкин Е. С. Коэволюционный алгоритм для задач условной и многокритериальной оптимизации // Программные продукты и системы. 2010. № 4. С. 24–28.
4. Kennedy J., Eberhart R. Particle Swarm Optimization // Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, 1995. Vol. IV. P. 1942–1948.

5. Yang X. S. A new metaheuristic bat-inspired algorithm // Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimization. Studies in Computational Intelligence. 2010. Vol. 284. P. 65–74.
6. Гуменникова А. В., Емельянова М. Н., Семенкин Е. С., Сопов Е. А. Об эволюционных алгоритмах решения сложных задач оптимизации // Вестник СибГАУ. 2003. № 4. С. 14.
7. Семенкин Е. С., Семенкина М. Е. Программный комплекс адаптивных эволюционных алгоритмов моделирования и оптимизации сложных систем // Программные продукты и системы. 2012. № 4. С. 73–77.
8. Brester Ch. Yu., Semenkin E. S. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // Вестник СибГАУ. 2013. № 4 (50). С. 99–103.
9. Stanovov V. V., Semenkin E. S. Self-adjusted evolutionary algorithms based approach for automated design of fuzzy logic systems // Вестник СибГАУ. 2013. № 4 (50). С. 148–152.
10. Khritonenko D. I., Semenkin E. S. Distributed self-configuring evolutionary algorithms for artificial neural networks design // Вестник СибГАУ. 2013. № 4 (50). С. 112–116.
11. Akhmedova Sh., Semenkin E. Co-Operation of Biology Related Algorithms // Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC'2013), 2013. P. 2207–2214.
12. Akhmedova Sh., Semenkin E. Co-Operation of Biology Related Algorithms for Multiobjective Optimization Problems // Proceedings of the International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence (ICCSAI), 2014.
13. Zitzler E., Deb K., Thiele L. Comparison of multiobjective evolutionary algorithms: empirical results // Evolutionary Computation. 2000. Vol. 8 (2). P. 173–195.
14. Schaffer J. D. Multiple objective optimization with vector evaluated genetic algorithms // Proceedings of the 1st International Conference on Genetic Algorithms, 1985. P. 93–100.

© Ахмедова Ш. А., 2015

УДК 517.5:519.2

ВВЕДЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА $L_{2,w}$ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ПРОЕКЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ПЛОТНОСТИ ВЕРОЯТНОСТИ

В. В. Браништи

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: branishti-v-v@yandex.ru

Рассматривается задача оценивания плотности вероятности непрерывной случайной величины с помощью проекционных оценок в случае, когда искомая плотность не принадлежит пространству L_2 . Обосновывается необходимость введения гильбертова пространства $L_{2,w}$. Рассматривается пример оценивания плотности вероятности, не принадлежащей L_2 .

Ключевые слова: функция плотности вероятности, проекционная оценка, гильбертово пространство, интеграл Лебега.

INTRODUCING THE $L_{2,w}$ SPACE FOR BUILDING THE PROJECTIVE ESTIMATION OF PROBABILITY DENSITY FUNCTION

V. V. Branishti

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: branishti-v-v@yandex.ru

The problem of probability density function estimating in the case when the function is not in the L_2 space is considered in the paper. Necessity of introducing the $L_{2,w}$ space is reasoned. There is an example of probability density estimating, when it is not in the L_2 .

Keywords: probability density function, projective estimation, Hilbert space, Lebesgue integral.

В [1] была впервые предложена оценка неизвестной функции плотности вероятности $f(x)$ непрерывной случайной величины ξ по конечной независимой выборке x_1, \dots, x_n в виде

$$f_N(x) = \alpha_1 \varphi_1(x) + \alpha_2 \varphi_2(x) + \dots + \alpha_N \varphi_N(x). \tag{1}$$

Оценки вида (1) получили название проекционных. При этом предполагается, что истинная функция плотности вероятности принадлежит гильбертову пространству $L_2[a, b]$ функций с интегрируемым квадратом, т. е. удовлетворяющих условию:

$$\int_a^b f^2(x) dx < +\infty,$$

где интеграл понимается в смысле Лебега [2]. Последовательность функций φ_k , присутствующая в (1), есть ортонормированный базис пространства $L_2[a, b]$, оптимальные коэффициенты α_k рассчитываются по формуле

$$\alpha_k = (\varphi_k, f) = \int_a^b \varphi_k(x) f(x) dx, \quad k = 1, 2, \dots$$

Однако не каждая функция плотности вероятности принадлежит пространству L_2 , так как существуют функции $f(x)$, удовлетворяющие условиям:

$$\int_a^b f(x) dx = 1, \quad \int_a^b f^2(x) dx = +\infty.$$

Простой пример такой функции можно построить следующим образом:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2\sqrt{x}}, & x \in (0;1) \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (2)$$

Графики функции $f(x)$ и соответствующей функции распределения вероятностей $F(x)$ приведены на рис. 1 и 2.

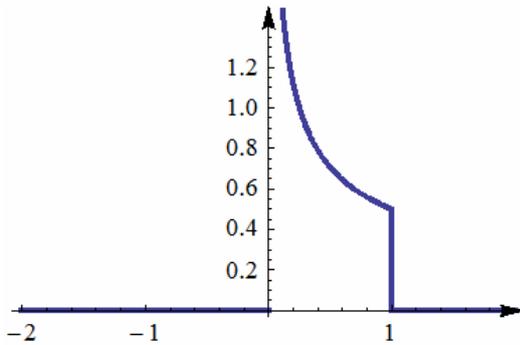


Рис. 1. График функции плотности вероятности, не принадлежащей пространству L_2

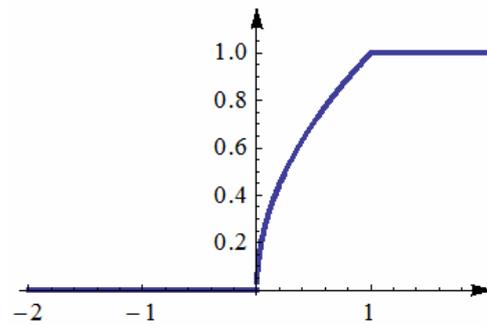


Рис. 2. График функции распределения вероятностей, соответствующей плотности на рис. 1

Для таких функций не выполняется условие сходимости оценки к истинной плотности:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \|f(x) - f_N(x)\| \neq 0.$$

Например, при использовании ортогональной системы многочленов Лежандра [3], нормированной на отрезке $[-1; 1]$, получаем, что при любом N

$$\|f(x) - f_N(x)\| = +\infty,$$

т. е. оценки $f_N(x)$ не приближаются к истинной плотности в смысле метрики пространства L_2 .

С целью построения проекционных оценок для плотностей, не принадлежащих пространству L_2 , вводится гильбертово пространство $L_{2,w}[a, b]$ со скалярным произведением

$$(f, g) = \int_a^b f(x)g(x)w(x)dx,$$

где $w(x)$ – некоторая положительная измеримая по Лебегу функция. В работе доказывается следующее утверждение.

Теорема 1. Пусть $f(x)$ – функция плотности вероятности некоторой непрерывной случайной величины. Тогда существует такая положительная измеримая функция $w(x)$, что

$$f \in L_{2,w}.$$

Причём в зависимости от функции $w(x)$ пространство $L_{2,w}$ может быть шире или уже. Однако не существует функции $w(x)$, для которой пространство $L_{2,w}$ содержало бы всё множество функций плотности вероятности любых непрерывных случайных величин, что показывает следующее утверждение.

Теорема 2. Пусть $w(x)$ – положительная измеримая функция. Тогда существует непрерывная случайная величина, функция плотности вероятности которой не принадлежит пространству $L_{2,w}$.

Таким образом, результаты использования проекционных оценок при оценивании плотности вероятности существенно зависят от выбранной функции $w(x)$.

Так, для оценивания функции (2) рассмотрим пространство $L_{2,w}[0; 1]$, где функция $w(x)$ определена следующим образом:

$$w(x) = \begin{cases} 2\sqrt{x}, & x \in (0;1), \\ 1, & \text{иначе.} \end{cases}$$

В этом случае

$$\|f\|^2 = \int_0^1 f^2(x)w(x)dx = \int_0^1 \left(\frac{1}{2\sqrt{x}}\right)^2 \cdot 2\sqrt{x}dx = \int_0^1 \frac{1}{2\sqrt{x}} dx = 1 < +\infty,$$

поэтому $f \in L_{2,w}[0; 1]$. Следовательно, в этом пространстве последовательность оценок $f_N(x)$ сходится к истинной плотности $f(x)$.

Построим в этом пространстве ортонормированный базис, применив процесс ортогонализации Грамма–Шмидта [4] для линейно независимой в системы функций:

$$1, x, x^2, \dots, x^n, \dots$$

и рассчитаем близость

$$\rho(f, f_N) = \|f - f_N\|$$

полученных оценок $f_N(x)$ к истинной плотности $f(x)$ (см. таблицу).

Зависимость качества приближения от N в пространстве $L_{2,w}$.

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\rho(f, f_N)$	0,5	0,375	0,312	0,273	0,246	0,226	0,209	0,196	0,185	0,176	0,168

График оценки плотности при $N = 5$ изображён на рис. 3. Из графика видно, что уже при $N = 5$ функция плотности на интервале $(0; 1)$ достаточно хорошо аппроксимируется проекционной оценкой.

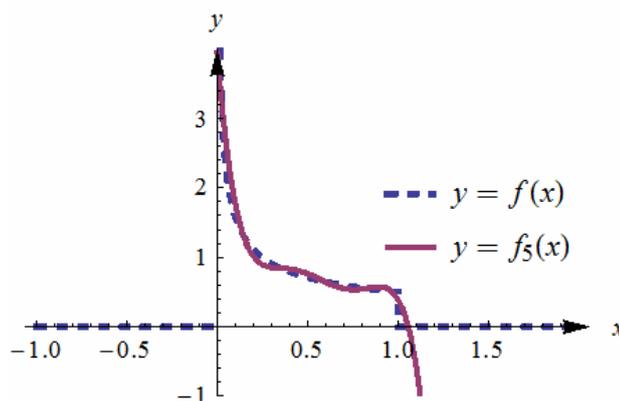


Рис. 3. Результат оценивания функции плотности вероятности в пространстве $L_{2,w}$.

Таким образом, для оценивания функций плотности вероятности, не принадлежащих пространству L_2 , следует использовать пространство $L_{2,w}$, где функция $w(x)$ выбирается специальным образом с использованием имеющейся априорной информации о законе распределения исследуемой случайной величины.

Библиографические ссылки

1. Ченцов Н. Н. Оценка неизвестной плотности распределения по наблюдениям // ДАН СССР. 1962. 147, 1. С. 45–48.
2. Колмогоров А. Н., Фомин С. В. Элементы теории функций и функционального анализа. 6-е изд., испр. М. : Наука, 1989. 624 с.
3. Никифоров А. Ф., Уваров В. Б. Специальные функции математической физики. М. : Интеллект, 2007. 344 с.
4. Ленг С. Алгебра. М. : Мир, 1968. 564 с.

УДК 517.968

**НЕЛОКАЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО
ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ФРЕДГОЛЬМА
С ВЫРОЖДЕННЫМ ЯДРОМ**

А. О. Булов

Научный руководитель – Т. К. Юлдашев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tursunbay@rambler.ru, tema_bulov@mail.ru

Рассмотрены вопросы об однозначной разрешимости нелокальной обратной задачи для параболического интегро-дифференциального уравнения с вырожденным ядром. Метод вырожденного ядра развит для случая параболического интегро-дифференциального уравнения. Применен метод Фурье разделения переменных. Использована система алгебраических уравнений.

Ключевые слова: обратная задача, интегро-дифференциальное уравнение, уравнение параболического типа, вырожденное ядро, алгебраическая система уравнений, однозначная разрешимость.

**NONLOCAL INVERSE PROBLEM FOR A PARABOLIC FREDHOLM INTEGRO-
DIFFERENTIAL EQUATION WITH DEGENERATE KERNEL**

A. O. Bulov

Scientific supervisor – T. K. Yuldashev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tursunbay@rambler.ru, tema_bulov@mail.ru

It is considered the questions of one value solvability of the nonlocal inverse problem for a parabolic integro-differential equation with degenerate kernel. The method of degenerate kernel is developed to the case of parabolic integro-differential equation. It is applied the Fourier method of separation of variables. It is used a system of algebraic equations.

Keywords: Inverse problem, integro-differential equation, parabolic type equation, degenerate kernel, system of algebraic equations, one valued solvability.

Теория обратных задач представляет собой активно развивающееся направление современной теории дифференциальных уравнений. Интенсивное исследование обратных задач в значительной степени обусловлено необходимостью разработки математических методов решения прикладных проблем. Данная работа является дальнейшим развитием методики работ [1–6].

В области D рассматривается уравнение

$$\frac{\partial u(t, x)}{\partial t} - \mu \int_0^T K(t, s) \frac{\partial^2 u(s, x)}{\partial x^2} ds = f(x) \quad (1)$$

с условиями

$$u(t, x)|_{t=0} = \phi(x), \quad u(t, x)|_{x=0} = u(t, x)|_{x=l} = 0, \quad \int_0^T \Theta(s) u(s, x) ds = \psi(x), \quad (2)$$

где $f(x) \in C(D_l)$ – функция восстановления, $\psi(x) \in C(D_l)$, $\int_0^T |\Theta(s)| ds < \infty$,

$K(t, s) = \sum_{i=1}^m a_i(t) b_i(s)$, $0 < a_i(t)$, $b_i(s) \in C(D_T)$, $\phi(x) \in C^3(D_l)$, $\phi(x)|_{x=0} = \phi(x)|_{x=l} = 0$, μ – па-

раметр, $D \equiv D_T \times D_l$, $D_T \equiv [0, T]$, $D_l \equiv [0, l]$, $0 < l < \infty$, $0 < T < \infty$.

Под решением обратной задачи (1), (2) понимаем пару функций $\{u(t, x) \in C^{1,2}(D), f(x) \in C(D_l)\}$, удовлетворяющую уравнению (1) и условиям (2).

Используя метод Фурье разделения переменных и принимая обозначение

$$c_{in} = \int_0^T b_i(s) u_n(s) ds, \tag{3}$$

уравнение (1) перепишем при условии (2) в следующем виде

$$u_n(t) = \varphi_n - \mu \lambda_n^2 \sum_{i=1}^m c_{in} q_i(t) + t f_n, \tag{4}$$

где $u_n(t) = \int_0^l u(t, y) \vartheta_n(y) dy$, $\varphi_n = \int_0^l \phi(y) \vartheta_n(y) dy$, $f_n = \int_0^l f(y) \vartheta_n(y) dy$, $q_i(t) = \int_0^t a_i(s) ds$,

$i = \overline{1, m}$. Функции $\vartheta_n(y)$ определяются как собственные функции спектральной задачи $\vartheta''(x) + \lambda \vartheta(x) = 0$, $\vartheta(0) = \vartheta(l) = 0$, $0 < \lambda$ и образуют полную систему, λ_n – соответствующие собственные значения.

Подстановка выражения (4) в (3) дает систему алгебраических уравнений

$$c_{in} + \mu \lambda_n^2 \sum_{j=1}^m c_{jn} A_{ij} = B_{1in} + B_{2i} f_n(\mu), \quad i = \overline{1, m}, \tag{5}$$

где $B_{1in} = \varphi_n \int_0^T b_i(s) ds$, $B_{2i} = \int_0^T b_i(s) s ds$ и

$$A_{ij} = \int_0^T b_i(s) q_j(s) ds > 0. \tag{6}$$

Система алгебраических уравнений (5) однозначно разрешима при любой конечной правой части, если выполняется следующее условие:

$$\Delta_n(\mu) = \begin{vmatrix} 1 + \mu \lambda_n^2 A_{11} & \mu \lambda_n^2 A_{12} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{1m} \\ \mu \lambda_n^2 A_{21} & 1 + \mu \lambda_n^2 A_{22} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu \lambda_n^2 A_{m1} & \mu \lambda_n^2 A_{m2} & \dots & 1 + \mu \lambda_n^2 A_{mm} \end{vmatrix} \neq 0. \tag{7}$$

Рассмотрим такие регулярные значения μ , при которых выполняется условие (7). Тогда решая систему алгебраических уравнений (5), из формулы (4) придем

$$u(t, x, \mu) = \sum_{n=1}^{\infty} \left[Q_n(t, \mu) + f_n(\mu) \cdot \Phi_n(t, \mu) \right] \cdot \vartheta_n(x),$$

где $Q_n(t, \mu) = \varphi_n - \mu \lambda_n^2 \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_{1in}(\mu)}{\Delta_n(\mu)} q_i(t)$, $\Phi_n(t, \mu) = t - \mu \lambda_n^2 \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_{2in}(\mu)}{\Delta_n(\mu)} q_i(t)$,

$$\Delta_{kin}(\mu) = \begin{vmatrix} 1 + \mu \lambda_n^2 A_{11} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{1(i-1)} & B_{k1} & \mu \lambda_n^2 A_{1(i+1)} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{1m} \\ \mu \lambda_n^2 A_{21} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{2(i-1)} & B_{k2} & \mu \lambda_n^2 A_{2(i+1)} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu \lambda_n^2 A_{m1} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{m(i-1)} & B_{km} & \mu \lambda_n^2 A_{m(i+1)} & \dots & 1 + \mu \lambda_n^2 A_{mm} \end{vmatrix}, \quad k = 1, 2.$$

Теорема. Пусть выполняются условия (6), (7) и

$$1). \int_0^T \Theta(t) \Phi_n(t, \mu) dt \neq 0, \quad t \in D_T;$$

$$2). \max \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} \max_{t \in D_T} |Q_n(t, \mu)|^2; \sum_{n=1}^{\infty} |\alpha_n(\mu)|^2; \sum_{n=1}^{\infty} \max_{t \in D_T} |\Phi_n(t, \mu)|^2 \right\} < \infty.$$

Тогда обратная задача (1), (2) однозначно разрешима. При этом справедливы формулы

$$\beta(x, \mu) = \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n(\mu) \cdot \vartheta_n(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n(\mu) \cdot \vartheta_n(x),$$

$$u(t, x, \mu) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n(t, \mu) \cdot \vartheta_n(x) = \sum_{n=1}^{\infty} [Q_n(t, \mu) + \alpha_n(\mu) \cdot \Phi_n(t, \mu)] \cdot \vartheta_n(x),$$

$$\text{где } \alpha_n(\mu) = \frac{\psi_n - \int_0^T \Theta(s) Q_n(s, \mu) ds}{\int_0^T \Theta(s) \Phi_n(s, \mu) ds}, \quad \psi_n = \int_0^l \Psi(y) \vartheta_n(y) dy.$$

Библиографические ссылки

1. Юлдашев Т. К. О разрешимости смешанной задачи для линейного парабола-гиперболического интегро-дифференциального уравнения Фредгольма // Журн. СВМО. 2013. Т. 15. № 3. С. 158–163.
2. Юлдашев Т. К. Обратная задача для одного интегро-дифференциального уравнения Фредгольма в частных производных третьего порядка // Вестн. СамГТУ. 2014. Т. 34. № 1. С. 56–65. Сер. Физ.-мат. науки.
3. Юлдашев Т. К. Двойная обратная задача для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма эллиптического типа порядка // Вестн. СамГТУ. 2014. Т. 34. № 2. С. 39–49. Сер. Физ.-мат. науки.
4. Юлдашев Т. К., Лоскутова А. Г. Обратная задача для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма в частных производных первого порядка // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф. (11–14 ноября 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 2. С. 168–170.
5. Юлдашев Т. К., Лоскутова А. Г. Обратная задача для эллиптического интегро-дифференциального уравнения Фредгольма // Журн. СВМО. 2014. Т. 16. № 3. С. 87–93.
6. Юлдашев Т. К., Шабаликов К. Х. Обратная задача для гиперболического интегро-дифференциального уравнения Фредгольма // Таврич. вестн. информатики и математики. 2014. Том 24. № 1. С. 73–81.

© Булов А. О., 2015

УДК 519.87

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ СПАМА

Д. В. Дресвянский
Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ecodenis@sibsau.ru

Рассматривается решение задачи классификации электронных писем на наличие спама с использованием системы RapidMiner. Проведено сравнение эффективности используемых методов классификации. Представлено сравнение показателей точности использованных методов классификации.

Ключевые слова: спам, классификация, случайный лес, нейронная сеть, метод k-ближайших соседей, индукция правил, метод опорных векторов.

DATA MINING TECHNIQUES EFFECTIVENESS IN SPAM RECOGNITION

D. V. Dresvyanskiy
Scientific supervisor – E. S. Semenkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ecodenis@sibsau.ru

The problem of spam recognition is solved with the RapidMiner system. A comparison of the effectiveness of the data mining tools is fulfilled. The statistical estimation of results is given.

Keywords: spam, classification, random forest, neural network, k-nearest neighbors algorithm, rule induction, support vector machine.

Спам – это массовая рассылка любой рекламы или иного вида сообщений лицам, которые не давали согласие на ее получение.

Следует отличать спам от легальных почтовых рассылок, которые, хотя и во многом повторяют многие черты спама, являются запрошенными пользователем и должны доставляться ему. Большое количество рекламной корреспонденции может привести к излишней нагрузке на каналы и почтовые серверы провайдера, из-за чего обычная почта будет проходить значительно медленнее. Кроме материальных затрат, отделение непрошенной информации от той, которая действительно нужна, и ее удаление требует временных затрат. К тому же, спам зачастую используется совместно с различными вирусными технологиями.

Очевидно, что со спамом надо бороться. Современные анти-спамовые фильтры хоть и сокращают спам, но не так эффективно, как хотелось бы. Поэтому требуются исследования различных новых способов обнаружения спама, в том числе методов интеллектуального анализа данных.

В данной работе были проведены исследования эффективности методов автоматической классификации для выявления спама в письмах, что может дать возможность внедрить их в спам-фильтры для повышения эффективности.

Для обучения системы распознаванию электронных писем как спам (1) или не спам (0) с помощью программы RapidMiner [1] были применены 5 методов классификации объектов:

1. Нейронная сеть (Neural Net, ANN) [2].
2. Метод k-ближайших соседей (k-NN) [3].
3. Случайный лес (Random Forest, RF) [4].
4. Индуктивный вывод правил (Rule Induction, RI) [3].
5. Метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM) [3].

База данных [5], с помощью которой обучается система, содержит 4601 экземпляра. Каждый экземпляр описывается 57 атрибутами:

1. Первые 48 атрибутов типа *real* [0100] – это 100* (количество появлений слова в письме) / (общее количество слов в письме). «Слово» в этом случае – любой ряд алфавитно-цифровых символов, ограниченных не алфавитно-цифровыми символами или концом последовательности символов. Т. е. каждый из 48 атрибутов – это процент содержания в письме слов, наиболее часто встречаемых в спам-письмах.

2. 6 атрибутов типа *real* [0..100] – процент повторений символов в электронной почте, т. е. 100* (количество повторений символа) / (количество всех символов в электронной почте).

3. 1 атрибут непрерывного типа *real* [1...] – средняя длина последовательностей заглавных букв.

4. 1 атрибут типа *integer* [1...] – длина самой длинной последовательности заглавных букв.

5. 1 атрибут типа *integer* [1...] – общее количество заглавных букв в электронном письме.

6. 1 атрибут номинального типа {0,1} – обозначает, считается ли данное письмо электронной почтой спамом (1) или нет (0).

Для всех методов была применена кросс-валидация, которая разбивает набор данных на 10 блоков. Из 10 блоков один используется для тестирования модели, а остальные 9 блоков служат обучающей выборкой. Процесс повторяется 10 раз, каждый из блоков используется один раз как тестовый набор. Получаются 10 результатов, по одному на каждый блок, они усредняются и дают одну оценку. Был также проведен *t*-test по критерию Стюдента, чтобы узнать, обладают ли значимыми различиями значения эффективности методов. Уровень значимости был выбран равным 0,05, т. е. если значение в таблице меньше 0,05, то эффективности соответствующих методов обладают значимыми различиями.

Эффективность каждого метода (усредненная по 10 экспериментам доля правильно классифицированных событий и ее разброс), полученная описанным способом в ходе численных экспериментов с системой RapidMiner, а также результаты *t*-test представлены в таблице.

Эффективность различных методов в задаче распознавания спама

	ANN 0,910±0,029	RI 0,903±0,019	SVM 0,904±0,010	<i>k</i> -NN 0,826±0,018	RF 0,769±0,073
ANN		0,534	0,583	0.000	0.000
RI			0,823	0.000	0.000
SVM				0.000	0.000
<i>k</i> -NN					0.031

По результатам *T*-Test три наиболее эффективных метода – Neural Net, Rule Induction и Support Vector Machine – обладают значимыми различиями со всеми остальными методами.

Тем не менее, между собой Neural Net, Rule Induction и Support Vector Machine не имеют значимых различий, а значит, их можно использовать для классифицирования писем с одинаковой эффективностью.

Из доступных для использования технологий интеллектуального анализа данных в системе RapidMiner для решения задачи распознавания спама наиболее эффективными являются три метода – Neural Net, Rule Induction и Support Vector Machine.

В то же время, нельзя не отметить, что пропуск до 10 % спама не является приемлемым результатом. Это означает, что имеющимися средствами пакета RapidMiner невозможно построить высокоэффективные спам-фильтры, а значит необходимо разрабатывать более мощные интеллектуальные системы с применением самонастраивающихся адаптивных алгоритмов оптимизации и моделирования [6; 7] для автоматизированного проектирования машин опорных векторов [8], нейронных сетей [9; 10], классификаторов на нечеткой логике [11; 12], а также других средств анализа данных.

Библиографические ссылки

1. RapidMiner [Электронный ресурс]. URL: <https://rapidminer.com/> (дата обращения: 23.12.2014).

2. Hinton G., Deng L., Yu D., Dahl G., Mohamed A., Jaitly N., Senior A., Vanhoucke V., Nguyen P., Sainath T. and Kingsbury B. Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition, IEEE Signal Processing Magazine, Vol. 29, No. 6, 2012, p. 82–97.

3. Fayyad U. M., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P., and Uthurusamy R. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining* // The AAAI Press, 1996.
4. Antipov E. A., Pokryshevskaya E. B. Mass appraisal of residential apartments: An application of Random forest for valuation and a CART-based approach for model diagnostic // *Expert Systems with Applications*. 2012. Vol. 39. No. 2. P. 1772–1778.
5. Machine Learning Repository [Электронный ресурс]. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html> (дата обращения: 21.12.2014).
6. Akhmedova S., Semenkin E. Co-operation of biology related algorithms // 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2013; Cancun; Mexico. P. 2207–2214.
7. Semenkin E. S., Semenkina M. E. Self-configuring Genetic Algorithm with Modified Uniform Crossover Operator // *Advances in Swarm Intelligence. Lecture Notes in Computer Science 7331*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012. P. 414–421.
8. Akhmedova Sh., Semenkin E., Gasanova T. and Minker W. Co-operation of biology related algorithms for support vector machine automated design // *International Conference on Engineering and Applied Sciences Optimization (OPT-i)*, Kos Island, Greece, June 2014
9. Brester K., Semenkin E. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // *Вестник СибГАУ*. 2013. Вып. 4 (50). С. 99–103.
10. Akhmedova Sh., Semenkin E. Co-operation of Biology Related Algorithms meta-heuristic in ANN-based classifiers design // *Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation 2014*. P. 867–872.
11. Semenkin, E., Stanovov, V. Fuzzy Rule Bases Automated Design with Self-configuring Evolutionary Algorithm // *Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO)*, 11th International Conference on. INSTICC, 2014. Vol. 1. P. 318–323.
12. Stanovov V., Semenkin E. Self-adjusted evolutionary algorithms based approach for automated design of fuzzy logic systems // *Вестник СибГАУ*. 2013. Вып. 4 (50). С. 148–152.

© Дресвянский Д. В., 2015

УДК 519.86

О НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЯХ В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ

Д. Н. Жиратков
Научный руководитель – Л. В. Липинский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: LipinskiyL@mail.ru, daniil_ghiratkov@mail.ru

Рассматривается применение нейросетевого моделирования в задачах прогнозирования спроса и обеспечение поддержки принятия решения при выборе времени и объемах заказов.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, прогнозирование спроса, управление запасами.

NEURAL NETWORK MODELS IN STOCK MANAGEMENT

D. N. Zhiratkov
Scientific supervisor – L. V. Lipinskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: LipinskiyL@mail.ru, daniil_ghiratkov@mail.ru

The article examines the application of neural network modeling in the issues of demand forecasting and for decision support while choosing the time the amount of stocks.

Keywords: neural network models, forecasting of demand, stock management.

Современный рынок характеризуется высоким уровнем конкуренции, динамикой цен, коротким жизненным циклом товара, его быстрым моральным устареванием, обновлением и модернизацией. Во многом, такая ситуация связана с развитием информационных технологий и появлением мощных вычислительных ресурсов. Эффективное управление организацией предполагает, в том числе и грамотное, обоснованное управление ее запасами. Несвоевременное размещение заказа, или его необоснованный объем могут привести к снижению оборачиваемости капитала, или прямым убыткам.

К сожалению, классические модели и методы управления запасами не всегда эффективны на практике. Применение современных методов интеллектуального анализа данных и моделей поддержки принятия решения могут существенно повысить эффективность работы организации. Одной из таких технологий является технология нейросетевого моделирования или нейронные сети (НС).

Идея НС заимствована у природы [1]. Человеческий мозг является эффективным средством решения проблем. При этом мозг состоит из множества взаимосвязанных нейронов. Математические нейронные сети или искусственные нейронные сети так же состоят из нейронов. Математический нейрон, так же как и биологический нейрон преобразует входные сигналы в выход. Можно сказать, что они выполняют аналогичные функции – функции нелинейного преобразования входов в выход. Однако искусственные нейронные сети значительно упрощены по сравнению с биологическими. Несмотря на это, НС могут эффективно решать такие задачи как прогнозирование, регрессия, классификация, кластеризация [2]. Важно, что нейронные сети обладают способностью самостоятельно обучаться.

При современном уровне автоматизации, каждая организация имеет большие хранилища данных о ведении собственной деятельности. С точки зрения управления запасами, данные об истории продаж, динамике спроса и цены являются потенциально полезными. Они могут содержать скрытые закономерности, обнаружение и использование которых, может существенно повысить эффективность работы.

В данной работе предлагается использовать НС для прогнозирования спроса. Нейросетевой прогноз будет основой для принятия решения при выборе времени и объеме заказов. Обучение ней-

ронной сети производится на основе исторических данных о продаже товара. Для использования этих данных необходимо выполнить предварительную обработку.

Восстановление пропусков. Пропуски это распространенное явление в реальных данных. Отсутствие данных может быть связано с утерей, техническим сбоем, переносом данных и т. д. Обычно, если пропусков в данных не много, то объекты с пропусками просто удаляются. Иначе применяются процедуры восстановления. Например, заполнение пропусков средним значением, или восстановление регрессии от других полей.

Кодирование данных. Кодирование данных подразумевает преобразование данных из формы удобной для восприятия в форму удобную для передачи, анализа, хранения данных [9]. Например, кодирование необходимо при обработке качественных данных (пол, образование, профессия и т. п.). В этом случае удобно использовать бинарный код: высшее образование – 001, среднее профессиональное образование – 010, начальное профессиональное образование 100.

Фильтрация. Нередко, качество прогноза можно существенно повысить применением сглаживающих процедур. Во-первых, реальные данные нередко содержат «шум». Это может быть связано с природой измеряемой величины, или с погрешностями измерительной техники. Во-вторых, часто исследователя интересует не абсолютное значение прогнозируемой величины, а ее динамик, тренд.

Форматирование. Прежде чем «подавать» данные на нейронную сеть их необходимо преобразовать в определенный вид. Нейронная сеть работает с данным представленными таблично. Где по строкам располагаются объекты, а столбцы это атрибуты объектов. Как правило, последний столбец – выход, а все остальные – входы. Если мы используем исторические данные об объеме продаж, то они, как правило, представляют собой просто сведения об объеме и времени продаж. Форматирование предполагает приведение к равным, сопоставимым интервалам. И кроме того, для прогнозирования данных в момент времени t , могут быть полезными сведения за время $t-1, t-2, \dots t-k$. Таблица как бы «разрезается». Данный прием называется погружением. А k – уровень погружения (табл. 1).

Таблица 1

Разделение данных на входы и выходы методом погружения

	Вход 1	Вход 2	Выход
1	a1	a2	a3
2	a2	a3	a4
		...	
N	an-2	an-1	an

Формирование модели. Формирование нейросетевой модели можно представить в виде последовательности следующих шагов:

Шаг 1. Выбор структуры нейронной сети, типов нейронов и пороговых значений.

Шаг 2. Обучение НС. На вход НС подаются обучающие данные, на выходе определяется ошибка. Веса НС корректируются в сторону уменьшения ошибки [3].

Шаг 3. Тестирование. После того, как выход НС достаточно точно работает на данных обучающей выборки, сети предъявляют тестовую выборку. Тестовая выборка не используется при обучении НС, и нужна для оценки качества работы сети. Если ошибка на тестовой выборке приемлемо считаем, что модель готова. Иначе возвращаемся на шаг 1. При необходимости можно применять более сложные процедуры настройки [4].

Для исследования данного подхода были взяты данные о спросе для гофрированного рукава диаметром 16 мм, 20 мм и клипсы диаметров 20 мм (табл. 2). При построении НС использовалось сглаживание скользящей средней с параметром 5. Исходная выборка по каждой задаче была разбита на тестовую и обучающую. Тестовая выборка была объемом 20 % от исходной, а обучающая соответственно 80 %. Для расчета ошибки была выбрана следующая формула (1):

$$E = \frac{1}{\max(Y_i^*) - \min(Y_i^*)} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i (Y_i - Y_i^*)^2} \cdot 100 \% \quad (1)$$

Таблица 2

Результаты прогнозирования спроса

Задача	Ошибка на обучающей выборке, %	Ошибка на тестовой выборке, %
Гофрированный рукав 16 мм	12,5127	11,7825
Гофрированный рукав 20 мм	13,8070	7,8906
Клипса диаметром 20 мм	10,7213	7,3700

Таким образом, предложенный подход показал свою работоспособность и может быть применен для повышения эффективности и обоснованности принятия решения при управлении запасами.

Библиографические ссылки

1. Haykin S. Neural networks, a comprehensive foundation // N. Y. : Macmillan College Publishing Company. 1994.
2. Короткий С. Современные микропроцессоры // Нейронные сети: алгоритм обратного распространения : сб. ст. / сост. В. В. Корнеев, А. В. Киселев. 2-е изд. М., 2000.
3. Короткий С. Современные микропроцессоры // Нейронные сети: основные положения : сб. ст. / сост. В. В. Корнеев, А. В. Киселев. 2-е изд. М., 2000 .
4. Семенкин Е. С. Липинский Л. В. Структурная адаптация нейронной сети методом генетического программирования // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности : сб. тр. II Междунар. науч.-практ. конф. СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2006.
5. Семенкин Е. С., Липинский Л. В. Применение алгоритма генетического программирования в задачах автоматизации проектирования интеллектуальных информационных технологий // Вестник СибГАУ. Вып. 3 (10), Красноярск, 2006.

© Жиратков Д. Н., 2015

УДК 62.501

О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

О. А. Заболотникова
Научный руководитель – А. В. Медведев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: olkalex91@gmail.com

Рассматривается задача управления динамическим объектом при частичной непараметрической неопределенности. Приводится алгоритм управления и результаты вычислительного эксперимента с использованием различной желаемой траектории.

Ключевые слова: непараметрические алгоритмы, априорная информация, управление.

ABOUT NONPARAMETRIC CONTROL OF DYNAMIC OBJECTS

O. A. Zabolotnikova
Scientific supervisor – A. V. Medvedev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: olkalex91@gmail.com

The author considers the problem of controlling a dynamic object in conditions of partial nonparametric uncertainty. This paper contains control algorithm and results of computational experiments using different desired trajectory.

Keywords: nonparametric algorithms, a priori information, control.

Человека все чаще интересует окружающий его мир, включая окружение нашей планеты, а именно космос. В связи с этим для изучения мира и его систем, человек начинает делать эксперименты над моделями объектов или в самой системе.

В современной теории и практике автоматического управления доминируют задачи, которые относятся к классу параметрических. В настоящей статье рассматривается проблема управления объектом в условиях частичной непараметрической неопределенности, для которых характерно наличие относительно небольшого количества информации недостаточной для построения параметрических моделей объектов. Предметом исследования текущей статьи является метод построения модели управления объектом с памятью, используя непараметрический регулятор. Чем большей памятью обладает система, тем больше состояний из прошлого влияют на настоящее, тем большая степень старшей производной используется в записи модели динамической системы. Пусть объект задается в виде разностного уравнения m -го порядка:

$$x_t = f(x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-m}, u_t), \quad (1)$$

где f – неизвестная функция. Такой вид объекта еще называют объект с памятью [1].

Рассматривается задача управления, используя непараметрический регулятор с применением обратной связи (рис. 1). На рис. 1 приняты следующие обозначения: $u(t)$ – входное управляющее воздействие; $x(t)$ – выходная переменная объекта; $\mu(t)$ – входное неизвестное, но контролируемое воздействие; $x^*(t)$ – задающее воздействие; $\varepsilon(t)$ – функция отклонения регулируемой величины $x(t)$ от предписанного значения $x^*(t)$; O – анализируемый объект; УУ – устройство управления. Таким образом, имеются наблюдения $\{x_i, u_i, i = \overline{1, s}\}$, где s – объем выборки; измерения осуществляются через интервал времени Δt .

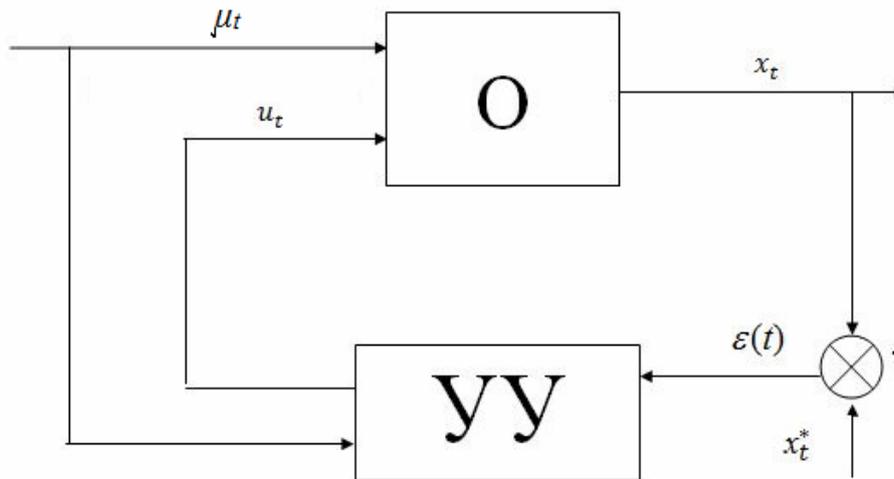


Рис. 1. Принцип управления по отклонению (с обратной связью)

Алгоритм управления. Задачей управления является: посредством соответствующего выбора входного воздействия обеспечить желаемое поведение выходного сигнала системы. Непараметрический алгоритм управления с обратной связью примет вид [2]

$$u_{s+1} = u_s^* + \Delta u_{s+1} \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что управляющее воздействие включает две составляющие: первое слагаемое содержит знание об объекте управления, второе $\Delta u_{s+1} = \varepsilon(x_{s+1}^* - x_s)$ – отклонение управляемой величины, компенсируя неточности идентификации. Найдем оценку управления u_s^* динамической системы следующим образом:

$$u_s^* = \frac{\sum_{i=1}^s u_i \Phi\left(\frac{x_i^* - x_i}{c_s^*}\right) \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_{t-j} - x_{i-j}}{c_s^x}\right)}{\sum_{i=1}^s \Phi\left(\frac{x_i^* - x_i}{c_s^*}\right) \prod_{j=1}^m \Phi\left(\frac{x_{t-j} - x_{i-j}}{c_s^x}\right)}, \quad (3)$$

где $\Phi(\cdot)$ – ядерная функция и c_s^* , c_s^x – параметры размытости, обладающие некоторыми условиями сходимости [3].

Вычислительный эксперимент. В качестве исследуемого объекта, взято разностное уравнение третьего порядка:

$$x_t = 0.95x_{t-3} - 2.8x_{t-2} + 2.9x_{t-1} + 0.004u_t. \quad (4)$$

Пусть $\Delta t = 0.2$, входное воздействие $u(t) = 0.7\sin(2t)$, время исследования процесса – 30, помехи отсутствуют, изучающая добавка $\Delta u_t = 0.5(x_t^* - x_t)$. Результаты алгоритма управления при различных желаемых траекториях изображены на рис. 2–4. Затем сравним результат работы алгоритма управления с 2, а), когда модель объекта является второго порядка, а сам объект третьего (рис. 2, б)).

Среднеквадратическая ошибка между выходом объекта и выходом модели регулирования при 2, а) составляет 0.022, при 2, б) увеличилась до 0.049, что и предполагалось при недостающей информации об объекте процесса.

Пусть задающее воздействие есть случайная величина, генерируемая датчиком равномерно распределенных случайных чисел. Процесс регулирования при данном управляющем воздействии показан на рис. 4. Из приведенных примеров можно сделать вывод, что непараметрический регулятор обеспечивает высокое качество управления при отсутствии помех.

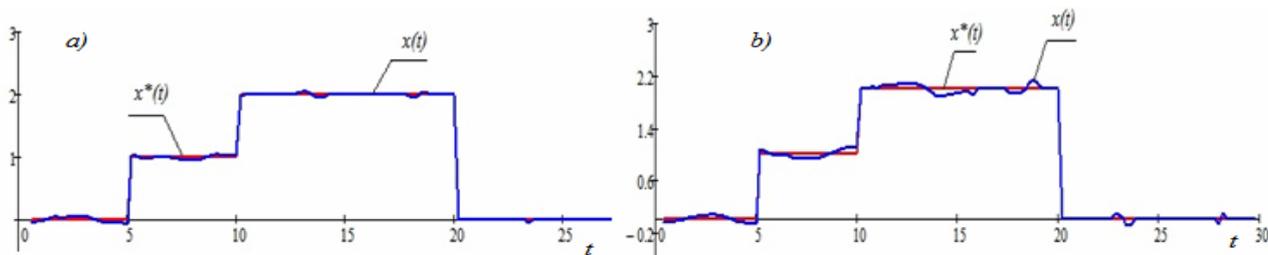


Рис. 2. Графики желаемой траектории $x^*(t)$ и выхода объекта $x(t)$

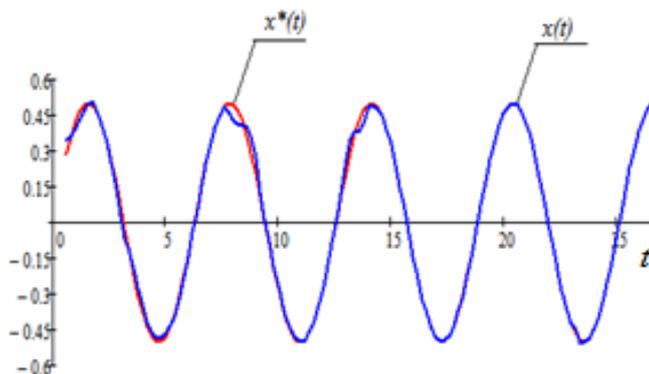


Рис. 3. Результат работы регулятора, среднеквадратическая ошибка составляет 0.018

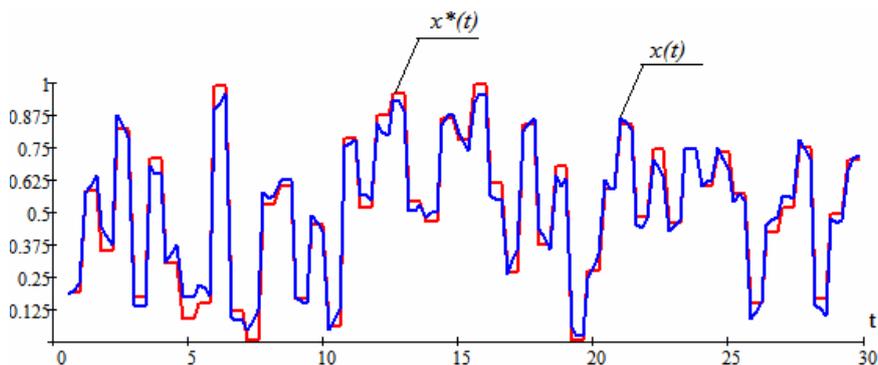


Рис. 4. Результат работы регулятора, среднеквадратическая ошибка составляет 0.042

Методы решения задач идентификации и управления в настоящее время мало изучены. Составляет трудность в поиске подходящей литературы для их изучения. Решение задач управления систем определяет актуальность данной работы.

В докладе рассмотрены задачи непараметрического управления. Приведен алгоритм управления, а также результаты вычислительных экспериментов, которые показывают эффективность данного алгоритма.

Библиографические ссылки

1. Фельдбаум А. А. Основы теории оптимальных автоматических систем. М. : Физматгиз, 1963. 552 с.
2. Медведев А. В. Теория непараметрических систем. Управление – I // Вестник СибГАУ. Красноярск. 2013. Вып. № 2(48). С. 57–63.
3. Надарая Э. А. Непараметрические оценки плотности вероятности и кривой регрессии. Тбилиси : изд. Тбил. ун-т, 1983. 194 с.

УДК 303.732.4

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УПРАВЛЕНИЮ КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТОМ

В. Б. Звонков

Научный руководитель – А. М. Попов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: vladimirzvonkov802@yandex.ru

Были проведены статистические исследования генетического алгоритма на множестве настроек при решении трех тестовых задач: оптимизация коэффициента готовности космического аппарата, бортового комплекса управления и целевой аппаратуры с использованием имеющейся программной системы, предложенной Е. С. Семенкиным. Измерение численных критериев эффективности алгоритмов (надежность, средний номер поколения) производилось по серии экспериментов общим объёмом в 1000 запусков. Результатом является успешная апробация и расширение сферы применения ГА.

Ключевые слова: космос, генетические алгоритмы, методы ANOVA.

GENETIC ALGORITHMS FOR SPACE AIRCRAFT CONTROL

V. B. Zvonkov

Scientific supervisor – A. M. Popov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: vladimirzvonkov802@yandex.ru

Statistically experiments of the genetic algorithm with various options have been conducted for several test problems such as optimization of the coefficient of readiness of the spacecraft, the onboard control system and target hardware using existing software system proposed by Semenkin E.S. One thousand calculations of efficiency criteria of algorithms has been conducted in a series of experiments. There are two criteria of algorithm performance such as reliability and average number of generation. The result is following: GAs have passed approbation, the sphere of GAs implementation has been expanded.

Keywords: space, genetic algorithms, ANOVA methods.

Задачи проектирования и управления космическими аппаратами являются достаточно актуальными и входят в приоритетные направления научных исследований нашего государства, в перечень критических технологий: задачи освоения близлежащего космического пространства, дальнего космоса, колонизация Луны и Марса, производство и вывод собственных спутников на орбиту – достаточно интересные, перспективные, актуальные, стратегически важные задачи, которые перед собой ставит наше развитое государство в текущем столетии. Космические технологии и оборонная промышленность всегда являлись приоритетными направлениями, финансирование на которые выделяется, закладывается в государственный бюджет вне зависимости от текущего уровня мировой финансовой ситуации.

Проблема заключается в дороговизне проведения реальных натуральных экспериментов по многим причинам: высокая стоимость и сложность получения материалов, построения оборудования, работы персонала и т. д. Обычно в науке принят следующий подход: предварительно проводится создание и исследование математической, имитационной модели на ЭВМ: суперкомпьютеры или сети из рабочих станций высокой производительности, что по сути является схожими понятиями (высокопроизводительные кластеры или ПК, соединённые посредством оптоволоконной локальной сети, расположенные и обслуживаемые в специальных помещениях, научных лабораториях, университетах).

Объектом исследований является оптимизация параметров системы: бортовой и наземный комплексы управления космическим аппаратом. Предметом исследований являются механизмы решения поставленной оптимизационной задачи.

Новизна исследований заключается в том, что мною были решены поставленные задачи с использованием своих методов и методики эксперимента. Для каждого эволюционного алгоритма и для каждой его настройки в рамках каждой задачи проводилось 10 экспериментов (каждый по 100 независимых прогонов алгоритма) с последующей записью критериев эффективности и многомерным анализом различий ANOVA в программной системе Statistica (Statistics->Nonparametrics->Comparing multiple indep. samples, depend. samples), ресурсы алгоритмов – 50 индивидов, 50 поколений. Селекции: рулеточная, турнирная (2, 5, 10 индивидов в случайном турнире), ранговая. Скрещивания: одноточечное, двухточечное, равномерное. Мутации использовались: слабая, средняя, сильная. Результаты исследований удобно представить в табличной форме, усреднив по трём задачам.

Результаты снятия измерений численных критериев с лабораторной установки

Селекция	Скрещивание	Мутация	Надежность	Средний номер поколения
Пропорциональная	одноточечное	слабая	0,933333333	9,506666667
		средняя	0,786666667	10,75333333
		сильная	0,69	3,365664725
	двухточечное	слабая	0,96	8,160936174
		средняя	0,8	10,59086355
		сильная	0,703333333	8,270930321
	равномерное	слабая	-	7,310496731
		средняя	0,813333333	8,937332101
		сильная	0,696666667	11,12790076
турнирная (2)	одноточечное	слабая	0,666666667	-
		средняя	0,666666667	-
		сильная	0,666666667	-
	двухточечное	слабая	0,67	9,586111308
		средняя	0,666666667	-
		сильная	0,67	1,404376973
	равномерное	слабая	0,67	14,17552199
		средняя	0,666666667	-
		сильная	0,666666667	-
турнирная (5)	одноточечное	слабая	1	4,389998493
		средняя	0,883333333	7,5271558
		сильная	0,75	11,32195833
	двухточечное	слабая	1	4,658921596
		средняя	0,853333333	8,376197325
		сильная	0,713333333	8,216970455
	равномерное	слабая	1	3,692912218
		средняя	0,893333333	8,042780028
		сильная	0,743333333	8,780157679
турнирная (10)	одноточечное	слабая	1	2,787846519
		средняя	1	4,856251454
		сильная	0,89	8,179568562
	двухточечное	слабая	1	3,076191757
		средняя	1	4,624249328
		сильная	0,89	7,749461382
	равномерное	слабая	1	2,186348871
		средняя	1	3,555010198
		сильная	0,903333333	7,711255262
ранговая	одноточечное	слабая	0,986666667	8,439441792
		средняя	0,726666667	9,479561214
		сильная	0,7	8,761222425

Окончание таблицы

Селекция	Скрещивание	Мутация	Надежность	Средний номер поколения
	двухточечное	слабая	0,986666667	8,30813085
		средняя	0,763333333	9,343907702
		сильная	0,693333333	8,951213698
	равномерное	слабая	0,993333333	6,815536876
		средняя	0,773333333	9,307364013
		сильная	0,696666667	9,067438511
		сумма	36,23333333	291,397187
		средние значения	0,823484848	7,471722743
		разброс значений	[0,666666667; 1]	[1,404376973; 14,17552199]

При увеличении количества экспериментов со 100 до 1000 доверительные интервалы для надёжности и скорости сходимости сужаются (отклонения в 5, 6 % от оценки математического ожидания уменьшаются до 1, 2 % с доверительной вероятностью 0,975). Анализ 10 выборок по 100 запусков методами ANOVA показал, что нулевая гипотеза принимается: выборки извлечены из одной генеральной совокупности.

Проведённые эксперименты доказывают высокую работоспособность генетических алгоритмов на задачах управления космическими аппаратами в оптимизационной постановке. Чем большее число классов проблем охвачено экспериментами с генетическими алгоритмами, тем выше вероятность того, что данный метод можно применять практически к любой оптимизационной задаче. Но существуют специальные очень сложные тестовые десептивные функции, функции-ловушки (trap functions, epistasis and deceptiveness), которые специально были разработаны исследователями и учёными с учётом особенностей работы генетических алгоритмов, на которых эффективность работы генетических алгоритмов снижается [1]. Но в большинстве реальных задач именно таких особенностей оптимизируемых функций не наблюдается. Автором статьи были исследованы различные задачи и написан не один десяток публикаций [2].

Библиографические ссылки

1. Robin G. Study of Genetic Algorithms Behavior for High Epistasis and High Dimensional Deceptive Functions, p. 1–21, Electronic scientific report [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.intech.org](http://www.intech.org) (дата обращения: 07.12.2011).
2. Zvonkov V. B. Committees of intellectual algorithms for problems of modeling, optimization, forecasting / Proceedings (Hard copy) of the 18th International Conference on Soft Computing, June 27–29, Brno, Czech Republic, p. 398–404, The MENDEL Soft Computing journal (ISSN 1803-3814), Scopus.

© Звонков В. Б., 2015

УДК 519.68

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ОТБОРА ПРИЗНАКОВ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ*

И. А. Иванов¹

Научный руководитель – Е. А. Сопов²

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ¹ilyaiv92@gmail.com, ²evgenysopov@gmail.com

Решается подзадача снижения размерности признакового пространства в задаче распознавания эмоций. Проведено сравнение трех подходов к снижению размерности на пяти выборках данных: метод главных компонент, отбор признаков методом однокритериальной и многокритериальной оптимизации. Подход к отбору признаков методом многокритериальной оптимизации обеспечил лучшую точность классификации эмоций на большинстве выборок.

Ключевые слова: отбор признаков, распознавание эмоций, многокритериальная оптимизация, метод главных компонент, метод опорных векторов.

EVOLUTIONARY APPROACH TO FEATURE SELECTION IN EMOTION RECOGNITION PROBLEM

I. A. Ivanov¹

Scientific supervisor – E. A. Sopov²

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ¹ilyaiv92@gmail.com, ²evgenysopov@gmail.com

Feature space dimensionality reduction sub-problem of emotion recognition problem is being solved. Comparison of three approaches to dimensionality reduction is conducted on five datasets: principal components analysis, feature selection by using single-objective and multi-objective optimization methods. The multi-objective optimization approach to dimensionality reduction provided the best emotion classification accuracy on the majority of datasets.

Keywords: feature selection, emotion recognition, multi-objective optimization, principal components analysis, support vector machine.

Задача машинного распознавания эмоций человека является перспективной прикладной задачей. Системы по распознаванию эмоций используются в диалоговых системах, обеспечивающих человеко-машинное взаимодействие. Задача распознавания эмоций, как и любая другая задача классификации, может быть разбита на три этапа: сбор и подготовка данных, предобработка данных, построение классификатора. Данная работа посвящена этапу предобработки данных, а именно, снижению размерности признакового пространства и отбору информативных признаков.

Классической областью применения методов отбора информативных признаков является молекулярная биология и медицина. В задачах анализа ДНК-микрочипов число признаков может достигать десятков тысяч, тогда как объем выборки не превышает нескольких тысяч. Большая часть признаков, как правило, оказываются малоинформативными, шумовыми. Наиболее часто встречающийся прием – использование стохастических алгоритмов оптимизации, таких как генетические алгоритмы (ГА), particle swarm optimization (PSO) в связке с алгоритмами классификации, например методом опорных векторов или k -ближайших соседей [1; 2]. Такой оптимизационный подход позволяет находить подмножества признаков, оптимальных по конечной точности решения задачи.

Опишем процесс решения задачи распознавания эмоций по порядку. В качестве исходных данных была взята база данных SAVEE [3], в которой собраны короткие аудио- и видеозаписи четырех

* Работа выполнена в рамках проекта RFMEFI57414X0037.

мужчин, на английском языке читающих набор определенных фраз и имитирующих семь основных эмоций: злость, отвращение, страх, счастье, нейтральное состояние, грусть и удивление. Из аудио и видеозаписей были извлечены количественные признаки. Для извлечения количественных признаков из аудио была использована программа openSMILE [4], количественные признаки из видео были извлечены тремя алгоритмами: Quantized Local Zernike Moments (QLZM), Local Binary Patterns (LBP), Local Binary Patterns on Three Orthogonal Planes (LBP-TOP). Также все выборки были объединены в одну общую выборку с целью проверки улучшения точности классификации эмоций по аудио-визуальным признакам. Размерности полученных выборок представлены в таблице.

Следующий этап – снижение размерности полученных выборок. Были опробованы три подхода к снижению размерности: метод главных компонент (principal components analysis, PCA), отбор признаков (feature selection) методом однокритериальной и многокритериальной оптимизации. В однокритериальной постановке максимизируемым критерием выступала точность классификации эмоций. В качестве алгоритма классификации был выбран метод опорных векторов. В многокритериальной постановке был добавлен второй критерий – количество используемых признаков. Данный критерий минимизировался, исходя из соображений, что меньшее число признаков обеспечивает простоту модели. Входной переменной в алгоритмах оптимизации служил бинарный вектор длины m , где m – число признаков используемой выборки. Единица в бинарном векторе означала, что признак с порядковым номером данного бита используется в классификации, ноль – не используется.

В качестве алгоритма однокритериальной оптимизации был выбран коэволюционный ГА. Параметры алгоритма: количество независимо работающих ГА: 5, общее число индивидов: 50, число поколений: 50, интервал адаптации: 5, размер штрафа: 10 %, минимальный гарантированный размер популяции ГА: 10 % от исходного. В качестве алгоритма многокритериальной оптимизации был выбран Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA). Параметры алгоритма: размер популяции – 50, число поколений – 50, вероятность скрещивания – низкая, тип скрещивания – равномерное, максимальный размер внешнего множества – 50, вероятность мутации – низкая. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Точность классификации эмоций (%), метод опорных векторов, различные выборки данных и подходы к снижению размерности

Выборки данных	Число признаков выборки	Точность классификации / новое число признаков			
		Все признаки	Метод главных компонент	Отбор признаков	
				Однокрит. оптимизация	Многокрит. оптимизация
QLZM	656	10.506	21.458 / 36	20.208 / 301	24.911 / 319
LBP-TOP	177	22.847	32.017 / 10	40.278 / 77	45.694 / 90
LBP	59	20.486	23.75 / 4	25.972 / 33	25.694 / 31
Аудио	991	28.542	35.923 / 131	38.095 / 476	39.702 / 484
Аудио + видео	1883	19.732	31.718 / 180	33.661 / 902	35.893 / 885

Как видно из таблицы, подход к отбору информативных признаков методом многокритериальной оптимизации обеспечивает лучшую точность классификации эмоций на большинстве выборок. Объединение в одну выборку признаков, извлеченных из аудио и видео, не дало улучшения точности.

В будущей работе планируется провести более детальное исследование и сравнение представленных подходов к отбору информативных признаков путем использования других алгоритмов классификации, а также других алгоритмов оптимизации при отборе признаков.

Библиографические ссылки

1. Huerta E. B., Duval B. et Hao J.-K. A hybrid GA/SVM approach for gene selection and classification of microarray data. *evoworkshops 2006*, LNCS, vol. 3907, p. 34–44.
2. Jirapech-Umpai T. et Aitken S. Feature selection and classification for microarray data analysis : Evolutionary methods for identifying predictive genes. *BMC bioinformatics*, 2005, vol. 6, no. 1, p. 148.
3. Haq S., Jackson P. J. B. Speaker-dependent audio-visual emotion recognition. In *Proc. Int. Conf. on Auditory-Visual Speech Processing (AVSP'09)*, Norwich, UK, p. 53–58, September 2009.
4. Eyben F., Wullmer M., Schuller B. OpenSmile – The Munich Versatile and Fast Open-Source Audio Feature Extractor. In *Proceedings ACM Multimedia (MM)*, ACM, Florence, Italy, ISBN 978-1-60558-933-6, p. 1459–1462, 25.–29.10.2010.

УДК 004.94

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ*

Ю. А. Камшилова
Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: julia.kamshilova@gmail.com

В настоящее время многие страны переходят на использование альтернативных источников энергии, таких как солнечная, ветряная, геотермальная энергия, гидроэнергетика и другие. Солнечная энергетика является одним из наиболее перспективных способов производства электроэнергии. Существенными недостатками данной отрасли являются непостоянство поступления солнечного излучения на поверхность, а также сильная зависимость от погодных условий. Данные факторы делают невозможным использование солнечной энергии в промышленных масштабах. Поэтому актуальна задача краткосрочного прогнозирования вырабатываемой энергии.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, метод опорных векторов, солнечная энергетика, прогнозирование.

USING DATA MINING TECHNOLOGIES IN SOLAR ENERGY FORECASTING PROBLEM

Yu. A. Kamshilova
Scientific supervisor – E. S. Semenin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: julia.kamshilova@gmail.com

Nowadays many countries are switching to use of alternative energy sources, such as solar, wind, geothermal energy, hydroenergetics and others. Solar energy is one of the most perspective ways of the electricity generation. A changeability of the incoming solar radiation to the surface and the strong dependence on weather conditions are significant disadvantages of this field. These factors make it impossible to use the solar energy in an industrial scale. Therefore the problem of the short-term forecasting of the solar power is the important area of investigations.

Keywords: artificial neural networks, support vector machine, solar energy, forecasting.

Человеческую жизнь в современном мире невозможно представить без энергии. В настоящее время основным ее источником является органическое топливо (уголь, газ, нефть). Однако его запасы в недрах Земли ограничены. Поэтому надо искать альтернативные источники энергии (солнечная, ветряная, геотермальная энергия, гидроэнергетика и другие), использование которых позволит снизить потребление органического сырья в электроэнергетике. Одним из наиболее перспективных способов производства электроэнергии является солнечная энергетика.

Солнечная энергия это возобновляемый, неисчерпаемый и экологически чистый источник энергии. В качестве основных необходимых условий для развития солнечной энергетике можно отметить: длинный световой день, преобладание солнечной погоды в дневное время суток и высокий угол падения солнечных лучей. Исходя из этого, наиболее благоприятными регионами развития являются страны в тропических и субтропических климатических поясах. Однако при промышленном использовании большим недостатком является то, что интенсивность солнечного излучения сильно зависит от времени суток и погодных условий. Поэтому, в связи с прерывистым характером возоб-

* Работа выполнена в рамках проекта RFMEFI57414X0037.

новляемых источников энергии, актуальна задача прогнозирования объемов вырабатываемой солнечной энергии.

Задача прогнозирования – одна из самых сложных задач анализа данных и требует тщательного анализа исходных данных, выявления закономерностей в них, а также отбора информативных признаков.

Исходными данными для задачи прогнозирования солнечной энергии является многолетняя статистика, содержащая сведения о погодных условиях и величине солнечного излучения. В данной работе рассматривались три независимые солнечные станции, расположенные на разной высоте над уровнем моря [1]. Для каждой из них собраны данные с 01.04.2012 по 30.09.2014. В результате необходимо сделать краткосрочный прогноз. Прогноз должен содержать значения вырабатываемой энергии на следующий месяц, интервал прогнозирования – 1 час.

В качестве методов решения данной задачи использовались искусственные нейронные сети (ANN) [2] и метод опорных векторов для регрессии (SVM) [3; 4].

В процессе анализа исходных данных было выявлено, что в зависимости от сезона значения вырабатываемой энергии могут сильно отличаться. Поэтому при построении модели нецелесообразно использовать все данные. То есть при прогнозировании энергии в летние месяцы не стоит учитывать данные зимних месяцев и наоборот. Также было выявлено, что погода и объемы вырабатываемой энергии в течение каждого конкретного месяца в разные годы отличается незначительно. Таким образом, необходимо учитывать данные прогнозируемого месяца за предыдущие годы, а также за несколько месяцев до и после.

В течение года продолжительность светового дня меняется, поэтому при прогнозировании необходимо точно определить продолжительность дня и ночи. Для этого можно обратиться к данным прогнозируемого месяца предыдущих годов.

В таблице приведена абсолютная средняя ошибка для различного объема используемых при прогнозировании данных: 3, 5, 7 и 12 месяцев каждого года. В процессе анализа было выявлено, что оптимально учитывать 5 или, в некоторых случаях, 7 месяцев каждого года.

Сравнение методов в зависимости от различного количества входных данных

№ станции	Метод	Средняя абсолютная ошибка, %			
		3 месяца	5 месяцев	7 месяцев	12 месяцев
1	ANN	4.98	3.76	4.92	7.18
	SVM	6.53	4.21	4.49	7.16
2	ANN	6.91	4.07	3.66	7.61
	SVM	5.62	4.13	3.93	6.34
3	ANN	7.11	3.78	4.93	7.84
	SVM	5.86	4.74	4.56	7.96

Использованные в данной работе методы позволяют получить приблизительный прогноз. Однако точность получаемого прогноза зависит от выбранного метода и, в особенности, от настройки его параметров, а также от точности используемого прогноза погоды

Таким образом, для повышения эффективности и обоснованности прогнозирования объемов производства солнечной энергии необходима разработка технологий автоматического проектирования и настройки под конкретную задачу как нейронных сетей [5; 6], так и машин опорных векторов [7] с помощью самонастраивающихся адаптивных алгоритмов оптимизации [8; 9] для выбора эффективной структуры и настройки параметров используемых методов. Кроме того, для повышения качества прогнозирования следует провести отбор информативных признаков, что также осуществимо с помощью самонастраивающихся эволюционных алгоритмов [10]. Дополнительно повышение эффективности прогнозов возможно за счет применения коллективов технологий интеллектуального анализа данных [11]. Применение таких технологий в решении данной задачи позволит исключить необходимость в эксперте в области вычислительного интеллекта и оптимизации.

Библиографические ссылки

1. Global Energy Forecasting Competition 2014: Probabilistic Solar Power Forecasting [Электронный ресурс]. URL: <https://www.crowdanalytix.com/contests/global-energy-forecasting-competition-2014-probabilistic-solar-power-forecasting> (дата обращения: 07.04.2015).

2. Brester Ch. Yu., Semenkin E. S. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2013. № 4 (50). С. 99–103.
3. Cortes C., Vapnik V. N. Support-Vector Networks // Machine Learning, 20, 1995.
4. Smola A. J., Schoelkopf B. A tutorial on support vector regression. Statistics and Computing, 1998.
5. Камшилова Ю. А. Применение генетических алгоритмов для автоматического формирования нейронных сетей // Решетневские чтения : сб. тр. Междунар. конф. Красноярск, 2014. С. 59–61.
6. Brester K., Semenkin E. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4 (50). С. 99–103.
7. Sh. Akhmedova, E. Semenkin, T. Gasanova and W. Minker. Co-operation of biology related algorithms for support vector machine automated design // International Conference on Engineering and Applied Sciences Optimization (OPT-i), Kos Island, Greece, 2014, June.
8. Ахмедова Ш. А., Семенкин Е. С. Новый коллективный метод оптимизации на основе кооперации бионических алгоритмов // Вестник СибГАУ. 2013. № 4 (50). С. 92–99.
9. Семенкин Е. С., Семенкина М. Е. Применение генетического алгоритма с модифицированным оператором равномерной рекомбинации при автоматизированном формировании интеллектуальных информационных технологий // Вестник СибГАУ. 2007. № 3. С. 27–33.
10. Брестер К. Ю. Архитектура программной системы для решения задач классификации с автоматическим извлечением информативных признаков многокритериальным генетическим алгоритмом // Решетневские чтения. 2014. Т. 2. № 18. С. 231–233.
11. Семенкин Е. С., Шабалов А. А., Ефимов С. Н. Автоматизированное проектирование коллективов интеллектуальных информационных технологий методом генетического программирования // Вестник СибГАУ. 2011. № 3. С. 77–81.

© Камшилова Ю. А., 2015

УДК 519.87

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ КАРДИАЛГИИ

Т. С. Карасева

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tatyankarasewa@yandex.ru

Рассматривается решение задачи классификации болей в области сердца с использованием системы RapidMiner. Проведено сравнение эффективности используемых методов классификации между собой. Представлено сравнение показателей точности отдельных технологий с ансамблем методов.

Ключевые слова: сердечные боли, классификация, дерево решений, наивный байесовский классификатор, нейронная сеть, метод k-ближайших соседей, индукция правил, машина опорных векторов, логистическая регрессия, голосование.

DATA MINING TECHNIQUES COMPARISON INCARDIALGIA DIAGNOSIS

T. S. Karaseva

Scientific supervisor – E. S. Semenkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tatyankarasewa@yandex.ru

The paper considers the classification of pain in the heart area using RapidMiner system. The comparison of the applied classification methods effectiveness is conducted. The comparison of the accuracy rates of separate techniques with the ensemble methods is given.

Keywords: cardiac pain, classification, decision tree, naïve Bayes classifier, neural net, k-nearest neighbors, rule induction, support vector machine, logistic regression, voting.

Большинство людей хотя бы раз в жизни испытывало боль или другие неприятные ощущения в области сердца. Причин этих болей множество. Ими могут стать такие болезни сердца, как стенокардия, инфаркт миокарда, воспаление сердца и его оболочек, ревматические поражения [1]. Однако зачастую источник боли находится вне сердца.

При жалобах больного на боли в области сердца, прежде всего, следует решить вопрос, имеют ли боли действительно отношение к сердцу или к большим сосудам, или же больной напрасно сосредоточивает свое внимание на этих органах.

С этой целью следует проводить классификацию болей по их принадлежности к классу сердечных болей или болей, не связанных с заболеванием сердца.

Для решения задачи были выбраны исходные данные, касающиеся диагностики патологии сердца. Используемые данные были получены в Кливлендской клинике, в Венгерском Институте кардиологии (г. Будапешт), в Медицинском центре Лонг-Бич Мемориал и в Университетском госпитале (г. Цюрих) [2].

Задача состоит в определении наличия болезни сердца по известной симптоматике.

Анализ данных осуществлялся с помощью системы RapidMiner [3]. Получены модели относительно целевого атрибута: отсутствие (0) или наличие (1) болезни сердца.

Был создан процесс, содержащий методы классификации: наивный байесовский классификатор (NB, [4]); метод k-ближайших соседей (k-NN, [5]); деревья решений (DT, [6]); индукция правил (IR, [7]); логистическая регрессия (LR, [8]); машина опорных векторов (SVM, [9]); нейронная сеть (ANN, [10]).

С помощью оператора *T-Test* проведено сравнение используемых методов, чтобы увидеть, имеется ли между ними статистически значимое различие. Данный оператор используется для сравнения производительности векторов, выполняя *t*-тест Стьюдента для определения вероятности нулевой гипотезы, то есть «актуальные значения одинаковы».

Эффективность каждого метода (усредненная по 10 экспериментам доля правильно классифицированных событий и ее разброс), полученная описанным способом в ходе численных экспериментов с системой RapidMiner, а также результаты *t*-test представлены в таблице.

Эффективность различных методов в диагностике кардиалгии

	ANN 0.781 +/- 0.051	<i>k</i> -NN 0.663 +/- 0.101	DT 0.741 +/- 0.072	SVM 0.819 +/- 0.075	NB 0.844 +/- 0.052	LR 0.826 +/- 0.066	IR 0.781 +/- 0.077
ANN		0.004	0.206	0.283	0.015	0.134	1.000
<i>k</i> -NN			0.074	0.001	0.000	0.000	0.009
DT				0.033	0.002	0.014	0.323
SVM					0.387	0.820	0.412
NB						0.502	0.052
LR							0.237

Значения, выделенные полужирным шрифтом меньше, чем $\alpha = 0.050$, что указывает, на существенную разницу между фактическими средними значениями.

В результате анализа таблицы можно утверждать, что наименьшей эффективностью при диагностировании кардиалгии обладают метод *k*-ближайших соседей и метод деревьев решений, причем это отличие статистически достоверно и существенно. При этом наибольшей эффективностью обладает наивный Байесовский метод, хотя его точность классификации (84 %) явно не может быть признана достаточной. К тому же его превосходство над методом опорных векторов не является статистически значимым. Поэтому далее был использован оператор ансамблирования Vote.

Оператор Vote использует большинство голосов нескольких методов классификации, объединенных в ансамбль, реализуя голосование простым большинством голосов. В ансамбль были включены не только машина опорных векторов и наивный байесовский классификатор, но и нейронная сеть, логистическая регрессия и индукция правил, показавшие сопоставимую с ними точность в предыдущем численном эксперименте.

Результат вектора производительности равен 91,19 %, т. е. достаточно простой ансамбль методов способен решать задачу эффективнее, чем отдельные технологии. Однако ошибка в диагностике кардиалгии, составляющая почти 9 % случаев не может быть признана приемлемой в медицинской практике. Из этого следует, что методы интеллектуального анализа данных, реализованные в пакете RapidMiner не позволяют построить достаточно эффективные системы диагностики кардиалгии, т. е. необходимо их модифицировать или даже разрабатывать и реализовывать более мощные интеллектуальные технологии анализа данных. Наиболее перспективным направлением в это связи является разработка технологий автоматизированного проектирования классификаторов на нечеткой логике [11; 12], машин опорных векторов [13], искусственных нейронных сетей [14; 15], а также других методов анализа данных, с применением самонастраивающихся адаптивных алгоритмов оптимизации и моделирования [16; 17] для выбора их эффективных структур и настройки параметров.

Библиографические ссылки

1. Ярошевский А. А., Морозова О. Г. Скелетно-мышечные боли в области грудной клетки как междисциплинарная проблема // Новости медицины и фармации, 2012. № 405: Неврология. С. 34–40.
2. Machine Learning Repository [Электронный ресурс]. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html> (дата обращения: 4.12.2014).
3. RapidMiner [Электронный ресурс]. URL: <https://rapidminer.com/> (дата обращения: 18.12.2014).
4. An analysis of Bayesian classifiers / P. Langley, W. Iba, & K. Thompson // Proceedings of the Tenth National Conference on Artificial Intelligence. 1992. p. 223–228. San Jose, CA: AAAI.
5. Soft *k*-nearest-neighbour classifiers / S. Bermejo, J. Cabestany, Adaptive // Pattern Recognition, 2000. Vol. 33, p. 1999–2005.

6. Quinlan J. R. Generating production rules from decision trees. In McDermott, John. Proceedings of the Tenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-87). Milan, Italy. 1987, p. 304–307.
7. Rule Induction as a Technique of Detecting Severity of Myocardial Infarction / RaquibRidwan, MdIbneaSina Bony and Kamrul Hasan // 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Technology. 2012, p. 34–39.
8. An introduction to logistic regression analysis and reporting / Peng, Chao-YingJoann; Lee, KukLida; Ingersoll, GaryM // Journal of Educational Research 96(1). 2002, p. 3–13.
9. Data classification using support vector Machine Durgesh K. Srivastava, LekhaBhambhu Journal of theoretical and applied information technology. 2009, p. 67–74.
10. Regularization theory and neural network architecture / F. Girosi, M. Jones, T. Poggio // Neural Computation. 1995. Vol. 7, p. 219–270.
11. Fuzzy Rule Bases Automated Design with Self-configuring Evolutionary Algorithm / E. Semenkin, V. Stanovov // Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), 11th International Conference on. INSTICC, 2014. Vol. 1, p. 318–323.
12. Stanovov V., Semenkin E. Self-adjusted evolutionary algorithms based approach for automated design of fuzzy logic systems // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4 (50). С. 148–152.
13. Co-operation of biology related algorithms for support vector machine automated design / Sh. Akhmedova, E. Semenkin, T. Gasanova and W. Minker. // International Conference on Engineering and Applied Sciences Optimization (OPT-i), Kos Island, Greece, 2014, June.
14. Brester K., Semenkin E. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4 (50). С. 99–103.
15. Akhmedova Sh., Semenkin E. Co-operation of Biology Related Algorithms meta-heuristic in ANN-based classifiers design // Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation 2014, p. 867–872.
16. Akhmedova S., Semenkin E. Co-operation of biology related algorithms // 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2013; Cancun; Mexico. P. 2207–2214.
17. Semenkin E. S., Semenkina M. E. Self-configuring Genetic Algorithm with Modified Uniform Crossover Operator // Advances in Swarm Intelligence. Lecture Notes in Computer Science 7331. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012, p. 414–421.

© Карасева Т. С., 2015

УДК 62.501

О ПРОБЛЕМЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А. А. Корнеева¹, М. Е. Корнет²
Научный руководитель – А. В. Медведев

¹Сибирский федеральный университет
Российская Федерация, 660041, Красноярск, просп. Свободный, 79/10

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: anna.korneeva.90@mail.ru

Рассматривается задача идентификации и управления последовательными объектами в условиях неполной информации. Среди последовательно соединенных объектов могут быть объекты как динамические, так и безынерционные с запаздыванием. Подобного рода технологические цепочки часто имеют место в аэрокосмической отрасли. Проблема комплексного управления группой технологических объектов, безусловно, относится к разряду актуальных. Отсюда возникает целый комплекс задач идентификации и управления, обусловленных тем, что априорная информация о них может быть различной.

Ключевые слова: идентификация, управление, дискретно-непрерывный процесс, адаптивные алгоритмы, непараметрические модели, непараметрическое дуальное управление.

ABOUT THE PROBLEM OF NONPARAMETRIC DUAL CONTROL SYSTEMS

¹A. A. Korneeva, ²M. E. Kornet
Scientific supervisor – A. V. Medvedev

¹Siberian State University
79/10, Svobodny Av., Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

²Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: anna.korneeva.90@mail.ru

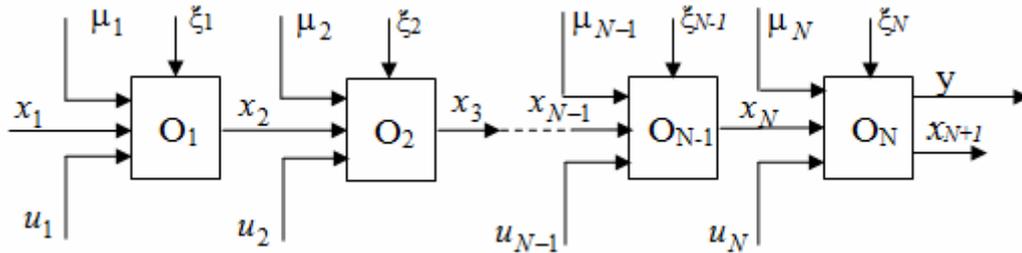
We consider the problem of identification and control a sequence of objects in conditions of incomplete information. Among the series-connected objects may be objects both dynamic and inertialess with delay. This kind of process chains often takes place in the aerospace industry. The problem of integrated management of technological process group certainly belongs to the category of topical. This raises a whole range of problems of identification and control due to the fact that a priori information about them can be different.

Keywords: identification, control, discrete-continuous process, adaptive algorithms, nonparametric models, nonparametric dual control.

Введение. Для различных отраслей промышленности типичными являются последовательная, параллельная или последовательно-параллельная схема производства. В некоторых случаях производственный процесс охвачен перекрестными связями, что часто приводит к нелинейным системам. Таким образом, речь идет не о каком-то локально объекте (плавильная печь, энергоблок, обжиговая печь, измельчительный агрегат и т. д.), а о группе объектов. Подобные схемы встречаются и в аэрокосмической области. Система группового управления объектом естественно соответствует более высокому уровню иерархии, чем система управления локальным объектом. Конечно же, важным как и вообще в теории идентификации и управления, является объем априорной информации о различных каналах объектов. Не менее важными являются также и средства контроля соответствующих объектов. В зависимости от этого даются и соответствующие математические постановки задач иден-

тификации и управления, которые для различных разрезов технологического процесса могут отличаться существенно отличающимися. В дальнейшем делается акцент на формулировку вышеназванных задач в условиях как параметрической, так и непараметрической неопределенности. В первом случае, как известно [1], необходимо представление модели объекта с точностью до вектора параметров с дальнейшей их оценкой по мере поступления текущей информации. Во втором случае можно ограничиться лишь качественными свойствами исследуемого процесса с последующей оценкой оператора объекта (чаще всего интегральных), по результатам выборки наблюдений [2].

Постановка задачи. Рассмотрим следующую схему технологического процесса, которая достаточно часто встречается на практике (см. рисунок).



Общая схема технологического процесса

Здесь приняты следующие обозначения: $O_i, i = \overline{1, N}$ – технологические объекты; $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ – это характеристики, определяющие состав исходного продукта x_1 и полуфабрикатов x_2, \dots, x_N , поступающих на вход технологических объектов; $\boldsymbol{\mu} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)$ – всевозможные добавки, поступающие на входы объектов; $\mathbf{u} = (u_1, u_2, \dots, u_N)$ – управляющие воздействия, $\boldsymbol{\xi} = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N)$ – внешние помехи, действующие объекты технологической цепочки. Как видно из рисунка, технологический процесс представляет собой последовательность локальных объектов.

Последний объект технологической цепочки O_N имеет две выходные переменные. Первая из них y – это параметр, характеризующий качество готового продукта (изделия). Особенностью здесь является то, что параметр y измеряется через значительные промежутки времени и поэтому не может быть использован при управлении процессом. Выходная переменная x_{N+1} – это переменная, косвенно характеризующая готовый продукт, но контролируемая через значительно меньший промежуток времени по сравнению с переменной y . В этом случае управление процессом осуществляется исходя из результатов измерений переменной x_{N+1} .

В общем случае все описанные переменные представляют собой векторы. Для простоты рассмотрим скалярный случай. Характеристики выходных переменных x могут быть представлены в виде следующей зависимости:

$$x_{i+1}(t) = f(x_i(t - \tau), u_i(t - \tau), \mu_i(t - \tau), \xi_i(t - \tau)), i = \overline{1, N-1}, \quad (1)$$

где τ – запаздывание, которое по разным каналам связи может отличаться, но из соображений простоты в тексте мы приняли единое обозначение запаздывания τ .

Идентификация и управление объектами технологической цепочки. В зависимости от уровня априорной информации об объекте исследования выделяют методы идентификации в «узком» и «широком» смысле [3], иначе говоря, методы параметрической [1] и непараметрической [4] идентификации.

Методы параметрической идентификации предполагают значительный объем априорных сведений об исследуемом объекте, позволяющий обоснованно выбрать структуру параметрической модели, и соответственно, построить ее. В общем случае параметрическую модель можно записать следующим образом:

$$\hat{x}_{i+1}^\alpha = A_i^\alpha(x_i, u_i, \mu_i, \alpha), i = \overline{1, N-1}, \quad (2)$$

где A_i^α – параметрическая структура для локального объекта $O_{(i+1)}$, α – вектор параметров. Структура A определяется для каждого локального объекта индивидуально.

В условиях недостатка априорной информации целесообразно использовать методы непараметрической идентификации. В этом случае непараметрическая модель локального объекта $O_{(i+1)}$ будет выглядеть следующим образом:

$$\hat{x}_{j+1}^s = \frac{\sum_{i=1}^s x_j \Phi\left(\frac{x_j - x_j^i}{c_s^{x_j}}\right) \Phi\left(\frac{\mu_j - \mu_j^i}{c_s^{\mu_j}}\right) \Phi\left(\frac{u_j - u_j^i}{c_s^{u_j}}\right)}{\sum_{i=1}^s \Phi\left(\frac{x_j - x_j^i}{c_s^{x_j}}\right) \Phi\left(\frac{\mu_j - \mu_j^i}{c_s^{\mu_j}}\right) \Phi\left(\frac{u_j - u_j^i}{c_s^{u_j}}\right)}, j = \overline{N-1}, \quad (3)$$

где $\Phi(\cdot)$ – ядерная колоколообразная функция; c_s – коэффициент размытости ядра, соответствующий каждой переменной объекта; s – объем выборки наблюдений. Ядерная функция и коэффициент размытости ядра удовлетворяют некоторым условиям сходимости.

Закключение. Как было сказано ранее, мы можем обладать различными объемами априорной информации о каждом локальном объекте технологической цепочки. В одних случаях этого объема будет достаточно для построения параметрической модели типа (2). В других случаях необходимо применять методы идентификации в «широком» смысле (3). Таким образом, система моделей, описывающая поведение всего технологического процесса, будет представлять собой синтез параметрических и непараметрических алгоритмов.

Библиографические ссылки

1. Цыпкин Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М. : Наука, 1968. 400 с.
2. Медведев А. В. Непараметрические системы адаптации. Новосибирск : Наука, 1983. 173 с.
3. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. М. : Мир, 1975. 681 с.
4. Кошкин Г. М., Пивен И. Г. Непараметрическая идентификация стохастических объектов. Хабаровск : РАН Дальневосточное отделение, 2009. 336 с.

© Корнеева А. А., Корнет М. Е., 2015

УДК 618

ОПАСНЫЕ ОТКАЗЫ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

П. А. Кузнецов
Научный руководитель – И. В. Ковалев

Сибирский государственный технологический университет
Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
E-mail: forubox@yandex.ru

Раскрывается множественная природа показателей надежности автоматизированных систем управления. Показываются особенности учёта надежности автоматизированных систем управления при рассмотрении их многофункциональности.

Ключевые слова: надежность, безотказность, безопасность.

DANGEROUS FAILURES IN MULTIFUNCTIONAL SYSTEMS

P. A. Kuznetsov
Scientific supervisor – I. V. Kovalev

Siberian State Technological University
82, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation
E-mail: forubox@yandex.ru

The paper describes the nature of multiple indicators of reliability of automated control systems. Showing particular account of the reliability of the automated control systems when considering their versatility.

Keywords: reliability, infallibility, safety

В данной работе раскрывается особенности анализа надежных показателей для автоматизированных систем управления (АСУ). Надежность технических систем является одним из их важнейших показателей.

В состав каждой АСУ входит набор различных элементов, выполняющие различные функции. Причём один элемент может выполнять несколько функций и, наоборот, одна функция может выполняться несколькими элементами [1].

Надежность системы – способность сохранять в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции с течением времени [2]. Она выражается множеством параметров. В современной теории надежности традиционным является принятие безотказности системы первоочередным параметром, характеризующим её надежность.

Возможным способом повышения надёжности является резервирование в системах с резервированием, выделяют основной и резервный элементы: первый представляет собой элемент структуры объекта, отказ которого при отсутствии резервирования приводит к потере работоспособности объекта, второй – элемент, предназначенный для обеспечения работоспособности объекта в случае отказа основного элемента [3].

Для построения высоконадежных систем применяются различные методы их формирования, основанные либо на стохастических, либо на детерминированных принципах. Главной идеей подобных методов является решение задачи оптимизации – максимизация целевой функции при наличии ограничений.

Показатели надежности представлены целым списком величин. Безотказностью называется вероятность отсутствия отказа на протяжении определённого промежутка времени.

Типичной целевой функцией является безотказность всей системы, выражающаяся в виде произведения безотказности всех модулей.

$$P = \prod_{i=1}^N P_i,$$

где P_i – вероятность безотказной работы i -того модуля; N – количество модулей.

Безотказная структура строится путём итерационного добавления резервных элементов в модули, обладающие наименее высоким показателем безотказности.

Функция, вычисляющая приоритет резервирования

$$Ra_i = \frac{1}{P_i}$$

Но концепция максимизации безотказности обладает определёнными недостатками. Следует помнить, что при сколь либо высокой вероятности безотказной работы, остаётся противоположная вероятность – вероятность отказа.

Также при построении структуры системы следует учитывать, что АСУ формируется из физических элементов, устройств и приборов, реализующих физическое взаимодействие с веществами и энергиями технологических процессов. И это приводит к выводу, что при отказе элемента нарушается правильное взаимодействие данных веществ и энергий. Возникает аварийная ситуация, которая может нести опасность для персонала и инфраструктуры.

Даже при сколь угодно большом повышении надёжности мы не можем исключить выход системы из строя, так как этот процесс является вероятностным. При любом значении вероятности безотказной работы сохраняется вероятность обратного – вероятность отказа [4].

Опасные отказы могут возникать в модулях. Система из модулей, имеющих высокую безотказность, может нести и высокую опасность. Следовательно, целесообразно целенаправленно понижать вероятность отказа модулей, несущих опасность.

Для оперирования понятием «опасность» следует дать ему количественную оценку. Существует множество способов количественной оценки. К примеру, для химических веществ имеется классификация по классам опасности. Учитывая существование опасности отказов, возникает необходимость дополнительного повышения вероятности безотказной работы для модулей с высокоопасными отказами. Одним из способов является перераспределение ресурсов, затрачиваемых на резервные модули, с менее опасных модулей на более опасные. Следует изменить функцию приоритета резервирования.

$$Ra_i = \frac{D_i}{P_i}$$

Но простое перераспределение, хотя и обеспечит меньшую вероятность опасного отказа, уменьшит общую безотказность системы. Решением может быть изменение самой целевой функции системы. Автоматизированные системы управления многофункциональны. АСУ в общем случае, создаются для достижения какой-то цели. Цель системы разделяется на подзадачи, выполняемые определёнными функциями системы. Каждая функция играет определённую роль в достижении системой цели. Какие-то определённые функции принимают большее, а какие-то – меньшее участие в системе.

Таким образом, мы можем, ради повышения безопасности системы объявить какую-то функцию менее важной и перераспределить ресурсы с модулей этих функций на модули с опасными отказами. Необходимо определять последовательности элементов, выполняющие ту или иную функциональную задачу. Данная процедура разделения имеющейся системы на подсистемы, компоненты называется декомпозицией. Декомпозиция, как процесс расчленения, позволяет рассматривать любую исследуемую систему как сложную, состоящую из отдельных взаимосвязанных подсистем, которые, в свою очередь, также могут быть расчленены на части. При декомпозиции каждое расчленение образует свой уровень.

Исходная система располагается на нулевом уровне. После её расчленения получают подсистемы первого уровня. Расчленение этих подсистем или некоторых из них, приводит к появлению подсистем второго уровня и т. д.

После функциональной декомпозиции необходимо определить важность модулей, выполняющих функции и назначить её им. Понизится вероятность безотказной работы всей системы, зато будет понижена и вероятность опасного отказа. Также подобное перераспределение не скажется на вероятности исправности главной функции.

Но кроме понижения вероятности возникновения отказа есть способы прямого уменьшения опасности отказов. Включение особых модулей, блокирующих опасные воздействия до того, как они воздействуют на персонал или инфраструктуру. Такие модули могут как просто препятствовать опасным воздействиям наносить ущерб, так и активно ликвидировать их. Примером блокирующих модулей, препятствующих воздействию, являются средства индивидуальной и коллективной защиты. Средства защиты (СЗ) – средства, используемые работником для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов. В зависимости от назначения СЗ подразделяют на классы:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест;
- средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений, средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей.

А примером ликвидирующих опасности модулей могут быть модули нейтрализации аварийных химически опасных веществ (АХОВ). Нейтрализация АХОВ – действие, направленное на уничтожение токсичных свойств веществ, основывающееся на химическом превращении АХОВ в нетоксичные продукты

Необходимость включения таких модулей определяется требованиями безопасности, и их включение производится до добавления избыточных функциональных модулей. Это обеспечивает гарантированность включения. Рассмотрение действия таких модулей на этапе проектирования позволяет уточнить расход ресурсов на систему и её безопасность.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ 24.701–86 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения. Введ. 01.07.87. М. : Изд-во стандартов, 1987. 11 с.
2. Курочкин Ю. А., Смирнов А. С., Степанов В. А. Надежность и диагностирование цифровых устройств и систем. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та. 1993. 320 с.
3. Кучер В. Я. Основы технической диагностики и теории надежности : письменные лекции [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/967/24967/7580> (дата обращения: 07.04.2015).
4. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. 276 с.
5. Российская энциклопедия по охране труда. В 3 т. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2007.

© Кузнецов П. А., 2015

УДК 519.854.33

ЭВРИСТИКИ И КРИТЕРИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ДАННЫХ

Р. И. Кузьмич
Научный руководитель – И. С. Масич

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kuzrom88@mail.ru

Задача формирования закономерностей рассматривается как задача оптимизации, и предлагаются разные улучшающие эвристики. Приводится эмпирическое подтверждение эффективности оптимизационных моделей на задаче прогнозирования осложнений инфаркта миокарда.

Ключевые слова: закономерность, покрытие, множество постоянства.

HEURISTICS AND CRITERIA FOR FORMATION OF LOGICAL PATTERNS IN DATA

R. I. Kuzmich
Scientific supervisor – I. S. Masich

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kuzrom88@mail.ru

The task of forming patterns is seen as the task of optimizing and improving various heuristics is proposed. Empirical evidence of the effectiveness of optimization models on the task of predicting complications of myocardial infarction is provided.

Keywords: pattern, covering, set of constancy.

Имеется выборка данных, состоящая из двух непересекающихся множеств Ω^+ и Ω^- n -мерных векторов, принадлежащих соответственно положительному или отрицательному классу. Каждый объект $X \in \Omega$ представлен бинарным вектором $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Задача состоит в том, чтобы для нового наблюдения определить класс, к которому он принадлежит.

В основе рассматриваемого подхода лежит понятие закономерности. Положительной закономерностью называется подкуб пространства булевых переменных B_2^t , который пересекается с множеством Ω^+ и не имеет общих элементов с множеством Ω^- .

Положительная ω -закономерность для $\omega \in \{0,1\}^t$ – закономерность, содержащая в себе точку ω . Для каждой точки $\omega \in \Omega^+$ найдем максимальную ω -закономерность, то есть покрывающую наибольшее число точек Ω^+ . Соответствующий подкуб зададим с помощью переменных y_j :

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й признак зафиксирован в подкубе;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Позитивное наблюдение $\sigma \in \Omega^+$ будет тогда входить в рассматриваемый подкуб, когда переменная y_j принимает значение 0 для всех индексов j , для которых $\sigma_j \neq \omega_j$. При этом должно выполняться ограничение, говорящее о том, что положительная закономерность не должна содержать ни одной точки Ω^- . Для реализации этого необходимо, чтобы для каждого наблюдения $\rho \in \Omega^-$ переменная y_j принимала значение 1 по меньшей мере для одного j , для которых $\rho_j \neq \omega_j$. Усиление данного ограничения для повышения устойчивости к ошибкам производится путем замены числа 1 на целое положительное число d . Таким образом, имеем задачу условной псевдобулевой оптимизации с алгоритмически заданными функциями для нахождения положительных закономерностей:

$$\sum_{\sigma \in \Omega^+} \prod_{\substack{j=1 \\ \sigma_j \neq \omega_j}}^t (1 - y_j) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ \rho_j \neq \omega_j}}^t y_j \geq d \text{ для любого } \rho \in \Omega^-. \quad (2)$$

Аналогично формулируется задача нахождения отрицательных закономерностей.

При решении практических задач больших размерностей часто возникает множество постоянства, в котором целевая функция (1) принимает одинаковое значение, причем множество бывает таким, что ему принадлежит большая часть точек допустимой области.

Основная трудность, возникающая при наличии множеств постоянства, состоит в отсутствии информации о том, в каком направлении следует вести поиск для получения оптимальных или субоптимальных решений. Один из способов улучшить ситуацию – использовать информацию не только о покрытии закономерностью объектов выборки, но также использовать данные о расстоянии до непокрытых пока объектов [1].

Рассмотрим множество точек, задаваемое положительной закономерностью P^a ($a \in \Omega^+$) и некоторый объект $b \in \Omega^+ \setminus P^a$. Величина $r(P^a, b)$ определяет степень близости объекта b к множеству P^a . Величину $r(P^a, b)$ можно вычислить как число фиксированных компонент в закономерности P^a , для которых значение соответствующего признака объекта b отличается от значения признака a :

$$r(P^a, b) = \sum_{i=1}^t y_i |a_i - b_i|.$$

Следовательно, величина $R^+(P^a) = \sum_{b \in \Omega^+ \setminus P^a} r(P^a, b)$ показывает суммарную близость объектов

положительного класса выборки, не покрывающихся закономерностью к этой закономерности, а величина $R^-(P^a) = \sum_{c \in \Omega^- \setminus P^a} r(P^a, c)$ показывает суммарную близость объектов отрицательного класса

выборки, не покрывающихся закономерностью к этой закономерности.

Величина $R(P^a)$ может использоваться при выборе направления при поиске. Например, последующую допустимую точку предлагается выбирать исходя из минимума $R^+(P^a)$ или $R^+(P^a)/R(P^a)$. Таким образом, для нахождения положительных закономерностей с учетом информации о расстоянии до непокрытых пока объектов выборки предлагается использовать две оптимизационные модели, состоящие из функции ограничения (2) и целевых функций:

$$R^+(P^a) \rightarrow \min; \quad (3)$$

$$\frac{R^+(P^a)}{R^-(P^a)} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Аналогично формулируется задача нахождения отрицательных закономерностей.

При объединении всех полученных положительных и отрицательных закономерностей формируется классификатор. Для того чтобы классифицировать новое наблюдение, используют следующее решающее правило:

1) если наблюдение удовлетворяет условиям только одной или нескольких положительных закономерностей, то оно классифицируется как положительное.

2) если наблюдение удовлетворяет условиям только одной или нескольких отрицательных закономерностей, то оно классифицируется как отрицательное.

3) если наблюдение удовлетворяет условиям p' из p положительных закономерностей и q' из q отрицательных, то знак наблюдения определяется как $p'/p - q'/q$.

4) в случае, если наблюдение не удовлетворяет условиям ни одной закономерности, то оно относится к классу, имеющему наименьшую цену ошибки.

Проведем апробацию моделей, учитывающих информацию о непокрытых пока объектах выборки (3-2), (4-2). Эксперименты проводились на задачи прогнозирования осложнения инфаркта миокарда – фибрилляции желудочков [2]. Для проведения испытаний использовалась выборка данных, состоящая из 70 положительных объектов и 70 отрицательных объектов. При проведении исследований 20 % выборки использовалось для теста. Результаты испытаний приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты классификации при использовании оптимизационной модели (3-2)

Номер опыта	Множество правил	Покрытие отрицательных объектов	Покрытие положительных объектов	Средняя степень правила	Точность классификации, %
1	отр.	17	0	10	76
	пол.	0	23	4	82
2	отр.	16	0	10	92
	пол.	0	17	7	60
3	отр.	23	0	10	71
	пол.	0	19	6	71
4	отр.	22	0	11	79
	пол.	0	19	6	65
5	отр.	17	0	10	86
	пол.	0	18	6	71
Σ/5	отр.				80,8
	пол.				69,8

Таблица 2

Результаты классификации при использовании оптимизационной модели (4-2)

Номер опыта	Множество правил	Покрытие отрицательных объектов	Покрытие положительных объектов	Средняя степень правила	Точность классификации, %
1	отр.	19	0	8	82
	пол.	0	24	6	64
2	отр.	18	0	9	69
	пол.	0	21	7	80
3	отр.	25	0	10	73
	пол.	0	16	7	65
4	отр.	19	0	8	73
	пол.	0	22	7	69
5	отр.	21	0	9	92
	пол.	0	18	8	75
Σ/5	отр.				77,8
	пол.				70,6

Результаты исследований показывают, что использование информации о близости объектов к закономерности позволяет решить проблему, связанную с выбором направления поиска оптимальных и субоптимальных решений при наличии множеств постоянства.

Библиографические ссылки

1. Антамошкин А. Н., Масич И. С. Исследование свойств задач оптимизации при поиске логических закономерностей в данных // Системы управления и информационные технологии : науч.-техн. журнал. 2011. № 4.1 (46). С. 111–115.
2. Осложнения инфаркта миокарда: база данных для апробации систем распознавания и прогноза / С. Е. Головенкин, А. Н. Горбань, В. А. Шульман и др. Красноярск : Вычислительный центр СО РАН : Препринт. 1997. № 6.

УДК 62.501

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

А. Г. Куприн

Научный руководитель – А. В. Медведев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kprn@mail.sibsau.ru

Рассмотрен вопрос управления линейной динамической системой в условиях непараметрической неопределенности. При использовании данного подхода предполагается непараметрическая идентификация объекта, то есть непараметрическая оценка его переходной и весовой функций для использования их в модели в виде интеграла Дюамеля. Следующий этап при построении И-регулятора состоит в непараметрической оценке обратного оператора системы. Приведены результаты численного исследования алгоритма.

ABOUT THE STUDY THE NONPARAMETRIC ALGORITHM DUAL CONTROL OF DYNAMIC OBJECT

A. G. Kuprin

Scientific supervisor – A. V. Medvedev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kprn@mail.sibsau.ru

The question of control of a linear dynamic system in terms of non-parametric uncertainty. When using this approach, it is assumed nonparametric identification of the object, that is, nonparametric estimation of its transition and weighting functions for use in models in the form of the Duhamel integral. The next step when you build I-control is a nonparametric estimate of the inverse operator of the system. The results of numerical study of the algorithm.

Современная теория управления в значительной степени относится к классу параметрических. Это означает, что на этапе формулировки задачи, предполагается выбор некоторой параметрической структуры, описывающей процесс или управляющее устройство с точностью до параметров. В этом случае процесс адаптации сводится к оценке параметров данной структуры на основании поступающей текущей информации. Такой подход развивается в теории дуального управления [1] и теории адаптивных систем [2]. В настоящем докладе предполагается другой, непараметрический, подход, предполагающий, что известны только качественные характеристики объекта, например то что он является линейным динамическим. Потребность в данном подходе продиктована практикой, так как часто априорной информации бывает недостаточно для обоснованного выбора параметрического класса моделей. Непараметрический подход позволяет избежать «неудобной» задачи выбора параметрической структуры объекта.

Настоящий доклад посвящен анализу адаптивных алгоритмов непараметрического типа, т.е. способных функционировать в условиях непараметрической неопределенности, когда параметрическая структура модели процесса или управляющего устройства неизвестна, а известны лишь качественные характеристики объекта, например, то, что система является линейной динамической. Объект опишем посредством интеграла Дюамеля

$$x(t) = k(0)u(t) + \int_0^t h(t - \tau)u(\tau)d\tau,$$

где $k(t)$, $h(t)$ – переходная и весовая функция объекта соответственно.

Идея непараметрической идентификации основана на построении непараметрической оценки весовой функции объекта как производной непараметрической оценки переходной функции.

Непараметрическая оценка переходной функции имеет вид

$$\bar{k}(t) = \frac{T}{SC_N} \sum_{i=0}^N k_i H\left(\frac{t-t_i}{C_S}\right),$$

где T – период наблюдения за объектом; S – размер выборки; k_i – выборочные значения выхода объекта в t_i моменты времени, снятые с выхода объекта при подаче на его вход сигнала вида $1(t)$; C_S – коэффициент размытости – константа большая нуля; $H(\cdot)$ – колоколообразная функция. Для применения этой оценки, требуется, чтобы выборка была получена через равные промежутки времени Δt .

Оценка весовой функции является производной оценки переходной и имеет вид

$$\bar{h}(t) = \frac{T}{SC_N} \sum_{i=0}^N k_i H'\left(\frac{t-t_i}{C_S}\right).$$

Общая идея построения непараметрического регулятора состоит во «включении» оценки обратного оператора объекта на входе и использования для повышения качества управления обратной связи [3]. Непараметрический регулятор, названный И-регулятором [4], позволяет достичь высокого качества управления.

Так как И-регулятор также является линейным динамическим объектом, в качестве модели, описывающей его, примем интеграл Дюамеля

$$u(t) = \omega(0)x^*(t) + \int_0^t v(t-\tau)x^*(\tau)d\tau,$$

где $\omega(t)$ и $v(t)$ – обратные переходная и весовая функции.

Обратная переходная функция представляет собой такое воздействие $u(t)$, что при подаче его на вход, выход принимает вид $1(t)$. Экспериментально снять эту характеристику невозможно, но можно выразить ее из модели

$$\omega_t = \frac{1(t) - \sum_{\tau=0}^{(t-1)/\Delta t} h_{t-\tau} \omega_\tau \Delta t}{k_0 + h_0 \Delta t}.$$

Оценку обратной весовой функции получим аналогично оценке весовой функции

$$v(t) = \frac{T}{NC_N} \sum_{i=0}^N \omega_i H'\left(\frac{t-t_i}{C_N}\right),$$

где значения ω_i могут быть получены из предыдущего соотношения.

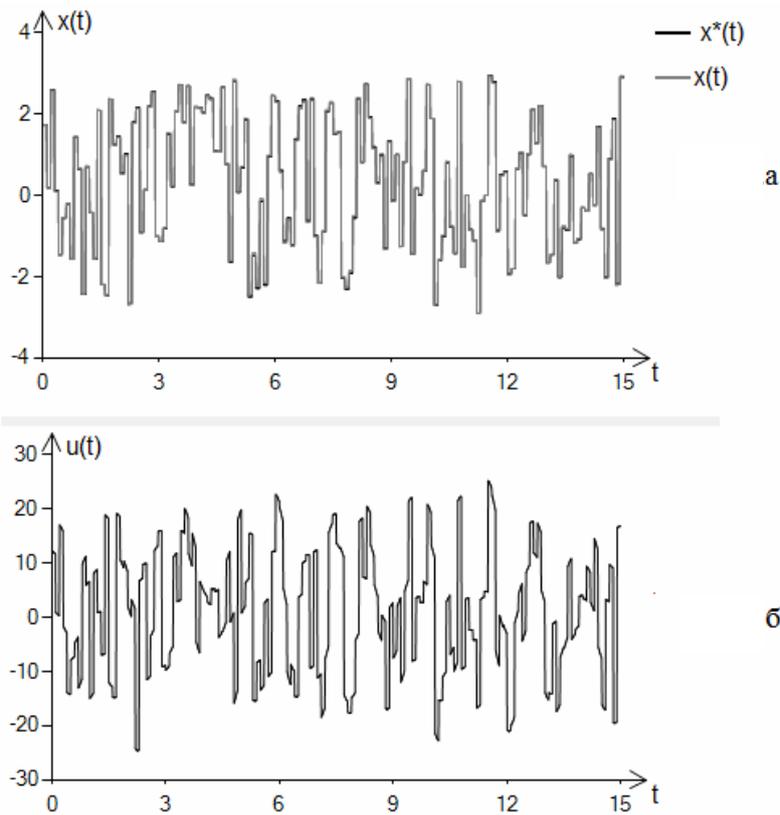
При компьютерном исследовании были проведены эксперименты с объектами разных порядков при наличии помех, ненаблюдаемого воздействия, поступающего на вход объекта и отклонениях закона, описывающего объект, от линейного. Также были проведены эксперименты по управлению объектами разных порядков с использованием И-регулятора при описанных выше условиях при различных заданиях. В том числе был проведен эксперимент по управлению объектом при случайном задании, где $x^*(t)$ генерируется датчиком случайных чисел, $x_i = \zeta_i \in [-3; 3]$ по равномерному закону, раз в 0.05 с.

В случае объекта описываемого следующим уравнением третьего порядка:

$$\frac{d^3 x}{dt^3} + 2,5 \frac{d^2 x}{dt^2} + 5,25 \frac{dx}{dt} + 4,25 x(t) = u(t),$$

результат работы И-регулятора при случайном задании имеет следующий вид (см. рисунок). Отметим, что уравнение, описывающее объект, не было известно исследователю и использовалось лишь для получения результатов экспериментов по снятию переходной функции.

Как мы видим, в данном случае выход объекта практически совпадает с задающим воздействием $x^*(t)$. Обычный регулятор оказывался в условиях случайного задающего воздействия неработоспособным, однако И-регулятор позволяет достичь цели управления.



Управление объектом при случайном задании

Согласно результатам численных экспериментов было показано, что использование алгоритма позволяет достичь высокого качества полученных моделей и управления объектом. При введении разного рода помех, ненаблюдаемых воздействий, предположений о свойствах объекта, качество работы алгоритмов управления несколько ухудшается, пропорционально степени ухудшения соответствующих условий, однако алгоритм остается работоспособным.

Библиографические ссылки

1. Фельдбаум А. А. Электрические системы автоматического регулирования. М. : Гос. изд-во оборон. промышленности, 1957. 808 с.
2. Цыпкин Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах. М. : Наука, 1968. 400 с.
3. Медведев А. В. Непараметрические системы адаптации. Новосибирск : Наука, 1983. 176 с.
4. Медведев А. В. Теория непараметрических систем. Управление – II. // Вестник СибГАУ. Красноярск, 2013. Вып. 49. С. 85–90.

© Куприн А. Г., 2015

УДК 004.891.3

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЭПИЛЕПСИИ

Т. В. Кушнарева
Научный руководитель – Л. В. Липинский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: rare-avis@mail.ru, LipinskiyL@mail.ru

Рассматривается применение алгоритма генетического программирования в задачах автоматизированного формирования деревьев принятия решения для прогнозирования побочных эффектов при лечении эпилепсии.

Ключевые слова: деревья принятия решений, генетическое программирование, генетический алгоритм.

THE AUTOMATED FORMING DECISION TREES FOR PREDICTING SIDE EFFECTS WITH EPILEPSY

T. V. Kushnareva
Scientific supervisor – L. V. Lipinskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: rare-avis@mail.ru, LipinskiyL@mail.ru

In this article is considered the applying algorithm of Genetic Programming for automated forming decision trees for predicting side effects with epilepsy.

Keywords: decision trees, Genetic Programming, genetic algorithm.

В настоящее время метод деревьев принятия решений (ДПР) часто применяется на практике при решении задач классификации и прогнозирования. Такая популярность обусловлена простотой интерпретации структуры дерева при его обходе: процедура принятия решения по ДПР аналогична логике суждений эксперта. ДПР представляет собой направленный граф с двумя типами вершин: условиями и выводами (рис.1). Решение по такому дереву принимается следующим образом:

1. Информация поступает на корневой узел дерева.
2. Сравнивается с заданным числовым коэффициентом в условии.
3. Если условие истина, то происходит переход к узлу слева, иначе – к узлу справа.
4. П. 2 и п. 3 повторяются до тех пор, пока не будет достигнут терминальный узел – вывод, который и представляет искомое решение.

При формировании ДПР существует сложности: необходимость настройки числовых коэффициентов в условиях; определение необходимого и достаточного числа условий для корректного нахождения решения задачи. На практике данные сложности решаются путем экспертных оценок, либо полным или частичным перебором всех состояний с помощью оптимизационных процедур.

Для эффективного формирования ДПР удобно применять метод генетического программирования (ГП). ГП осуществляет глобальный поиск и является одним из эффективных процедур поиска в пространстве сложных иерархический структур, какими и являются ДПР [1; 2]. Поэтому он был выбран в качестве алгоритма для создания ДПР.

Алгоритм автоматизированного формирования деревьев принятия решений методом генетического программирования можно представить следующим образом:

Шаг 1. Инициализация стартового поколения. Каждый индивид в популяции представляет собой дерево принятия решений. Для кодирования дерева в качестве функциональных элементов выбираются условные операции, а в качестве терминальных элементов – выводы по задаче.

Шаг 2. Расчет пригодности каждого индивида. Для расчета вызывается генетический алгоритм (ГА), которые подбирает числовые коэффициенты в условия. Лучшая пригодность, полученная ГА становится пригодностью дерева в ГП.

Шаг 3. Проверка критерия останова. Если критерий истинен переход на шаг 8, иначе шаг 4.

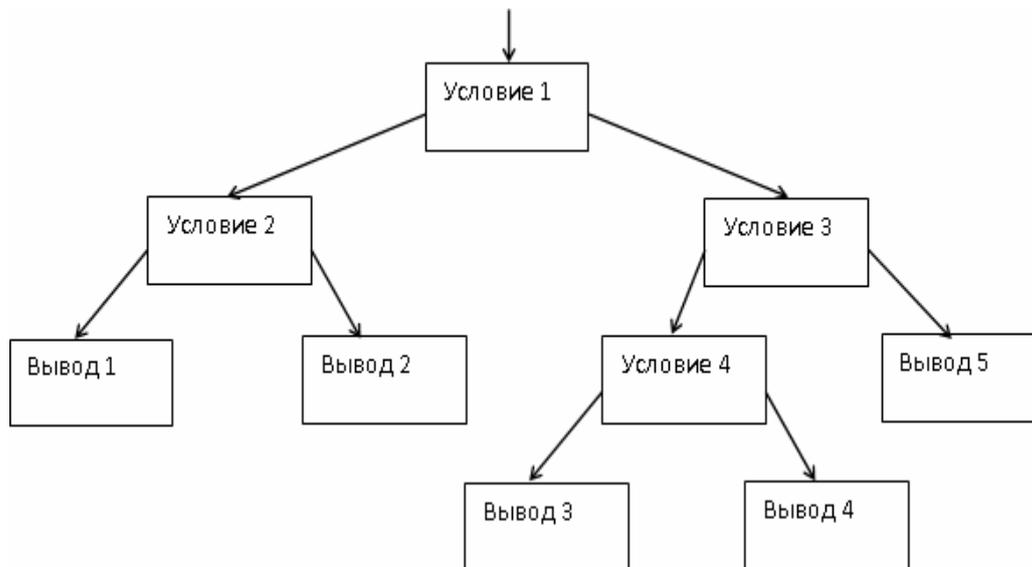
Шаг 4. Селекция – отбор из поколения некоторых индивидов для последующего скрещивания и мутации.

Шаг 5. Скрещивание – обмен частями структуры между индивидами.

Шаг 6. Мутация – случайное изменение узла в индивиде.

Шаг 7. Формирование нового поколения и переход к шагу 2.

Шаг 8. Выбор лучшего из всех найденных решений. Остановка поиска [3; 4].



Структура ДПР

Подход был реализован в виде программной системы и опробован на задаче прогнозирования побочных реакций при лечении эпилепсии.

Входные данные задачи:

1. Место жительства.
2. Пол.
3. Возраст.
4. Результат терапевтического лечебного мониторинга (ТЛМ).
5. Фармакогенетическое исследование (ФГ).
6. Товарная номенклатура (ТН).
7. Суточная доза.
8. Система.
9. Анамнез неблагоприятных побочных реакций (НПР).

Выходные данные: НПР.

При первичном анализе данных было выявлено, что только отдельных побочных реакций 80, а также представлены их комбинации. Поэтому было принято решение сделать ДПР по каждому отдельному признаку. В качестве функции пригодности была выбрана функция (1).

$$fitness = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \omega_i |Y_i(X_i) - Y_i^*| \quad (1)$$

Здесь *fitness* – оценка качества ДПР; *N* – объем выборки; ω_i – вес, определяемый значимостью класса; $Y_i(X_i)$ – полученное алгоритмом решение; X_i – вектор входных параметров задачи; Y_i^* – истинное решение.

В ходе осуществления данного подхода была выявлена следующая особенность: при задании веса второго класса менее 0,5 происходило причисление большего числа измерений к первому клас-

су, при весе более 0,5 наблюдалось обратное явление. Это связано с тем, что имеется два класса: 1 класс – объекты, содержащие побочный эффект, 2 класс – не содержащие его. Выборка неравномерно распределена для этих двух классов, так как 1 класса при выборе любой побочной реакции значительно меньше, чем 2, поэтому при обычном подходе к расчету пригодности алгоритму очень удобно настроиться только на один класс и прогнозировать всегда его. Поэтому и была введена взвешенность функции пригодности. При этом ошибка классификации оставалась низкой, поэтому был выполнен анализ полученных ДПР и выявлено, что в основном решение принималось, исходя из такого признака, как возраст, так как с позиции остальных входов классы не различимы. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о недостаточности предоставленных данных для диагностики побочных реакций. Предметным специалистам была дана рекомендация пересмотреть структуру данных и включить в нее новые информативные признаки.

Библиографические ссылки

1. Koza J. R. Genetic programming tutorial. Morgan Kaufmann Publishers, 1994.
2. Семенкин Е. С., Липинский Л. В. Применение алгоритма генетического программирования в задачах автоматизации проектирования интеллектуальных информационных технологий // Вестник СибГАУ. Вып. 3 (10), Красноярск, 2006.
3. Кушнарева Т. В., Липинский Л. В. Алгоритм генетического программирования для автоматизированного формирования деревьев принятия решения // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Т. 2. С. 84–86.
4. Гибридный эволюционный алгоритм автоматизированного формирования деревьев принятия решения / Л. В. Липинский, Т. В. Кушнарева, Е. А. Попов и др. // Вестник СибГАУ. 2014. Вып. 5 (57). С. 85–92.

© Кушнарева Т. В., 2015

УДК 004.89

ШУМОПОДАВЛЕНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Ю. С. Ломаев

Научный руководитель – А. В. Медведев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: lomaif@rambler.ru

После экспериментального получения спектроскопических данных необходимо произвести предварительную обработку полученных данных. На данном этапе осуществляется устранение помех, действующих на рассматриваемый объект, при помощи алгоритмов фильтрации. В зависимости от спектроскопических данных применяются различные алгоритмы шумоподавления.

Ключевые слова: фильтр верхних частот, фильтрация Винера, частота среза.

FILTERING FOR PROCESSING SPECTROSCOPIC DATA

Yu. S. Lomaev

Scientific supervisor – A. V. Medvedev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: lomaif@rambler.ru

There is a need to perform pre-processing of data after experimental measurements. At this stage, noise suppression (noise acts on viewed object) is performed with special algorithms. These special algorithms are called filtration methods. Various noise reduction algorithms are applied depending on spectroscopic data.

Keywords: high-pass filter, Wiener filtering, cut-off frequency.

При исследовании имеющегося образца необходимо выявить информацию о структурных свойствах по его спектру. В таком случае реализуется комплекс алгоритмов математической и компьютерной обработки: фильтрация экспериментальных данных, идентификация пиков в спектре, определение параметров, характеризующих пики. Фильтрация – важнейший этап обработки данных. Именно от качества устранения помех в данных зависит дальнейшая обработка спектроскопических данных и, как результат, окончательная интерпретация структурных свойств изучаемых образцов [1].

Существуют различные методы фильтрации: алгоритм скользящей средней, адаптивная фильтрация Винера (модифицированный алгоритм скользящей средней), фильтры нижних частот, фильтры верхних частот, фильтрация Баттерворда, эллиптические фильтры. В зависимости от исходных данных наибольшую эффективность имеют различные шумоподавляющие алгоритмы.

Объектом исследования в рассматриваемой статье является спектр поглощения монокристалла $\text{ErFe}_3(\text{VO}_3)_4$. Необходимо реализовать алгоритмы фильтрации для рассматриваемых данных.

Спектр поглощения монокристалла $\text{ErFe}_3(\text{VO}_3)_4$ составляют 1019 экспериментальных точек. Спектр характеризуется зависимостью интенсивности поглощения k от энергии поглощения E . Необходимо подавить имеющиеся шумы в рассматриваемом спектре. Для выполнения шумоподавления в спектре используются фильтр верхних частот и адаптивная фильтрация Винера.

Первоначально производится фильтрация модифицированным алгоритмом скользящего среднего (фильтрация Винера). Суть фильтра Винера заключается расчёт статистических оценок фрагментов сигнала в пределах скользящего окна размера $[Q \times V]$, где Q – количество соседних точек, по которым формируется статистическая оценка; V – количество точек, относительно которых рассматриваются соседние точки. Далее рассчитывается локальная оценка математического ожидания и дисперсии вокруг каждой точки и формируется фильтр на основе полученных оценок [2]. Результат ре-

лизации фильтрации Винера с размером скользящего окна [7×1] для фрагмента проиллюстрирован на рис. 1 (синяя линия – исходный спектр, красная линия – отфильтрованный спектр).

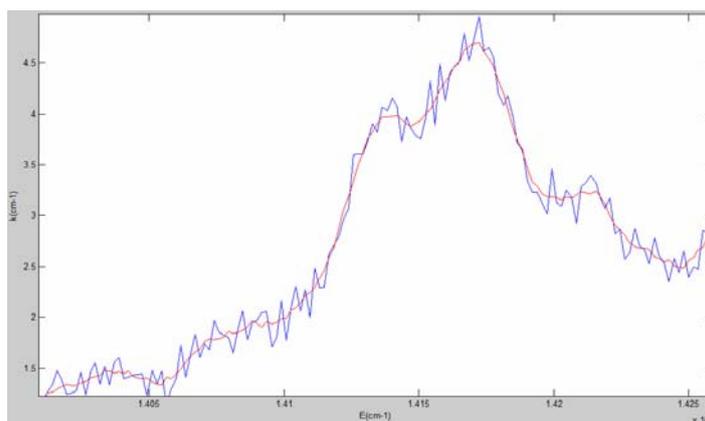


Рис. 1. Фильтрация алгоритмом Винера для фрагмента спектра ErFe₃(BO₃)₄

После фильтрации Винера в исходном спектре возможна потеря полезной информации (при сильном сглаживании пиков). Поэтому в данном случае разумнее использовать другой тип фильтрации – модифицированную фильтрацию верхних частот (ФВЧ). ФВЧ – фильтр, эффективно подавляющий частотное распределение сигнала в спектре в пределах некоторой области (частота среза) и оставляющий неизменным сигнал в остальной части спектра (полоса пропускания) [3]. Главная проблема реализации ФВЧ – выделение частоты среза. Приемлемым решением является разработка алгоритма автоматической идентификации областей частот среза. Суть алгоритма заключается в рассмотрении среднего расстояния между всеми данными и сравнение среднего расстояния с расстоянием между каждыми двумя соседними точками. Расстояние между двумя соседними точками q и p находится по формуле (1) и проверяется условие (2):

$$d_{mid} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{\sum_{j=1}^m (p_j^i - q_j^i)^2}}{n-1}, \tag{2}$$

где n – число точек; m – размерность пространства.

Для ФВЧ:

$$\begin{cases} \text{if } d(p^i, q^i) - d_{mid} \geq 0, \text{ then } d(p^i, q^i) \in w_{cutoff}, \\ \text{otherwise } d(p^i, q^i) \in w_{bandwidth}, \end{cases} \tag{2}$$

где w_{cutoff} – частота среза; $w_{bandwidth}$ – частота пропускания.

Результат фильтрации модифицированным алгоритмом верхних частот отражен на рис. 2 (синяя линия – исходный спектр, красная линия – отфильтрованный спектр).

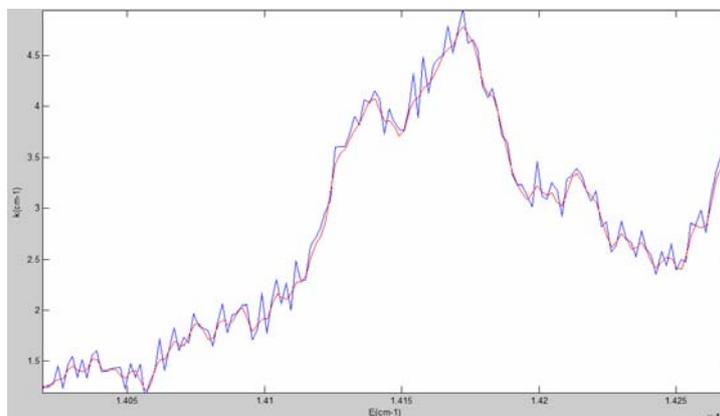


Рис. 2. Результат модифицированной ФВЧ для фрагмента спектра ErFe₃(BO₃)₄

Стоит отметить, что наименьшее сглаживание пиков при устранении низкоамплитудного сигнала в спектре происходит при модифицированной фильтрации верхних частот. Прежде всего, при реализации модифицированной ФВЧ, улучшения связаны с учётом всех расстояний между соседними точками и сравнении с вычисленным средним расстоянием между точками, что позволяет принимать во внимание амплитуду сигнала

Библиографические ссылки

1. Тэйлор Р. Шум. М. : Мир, 1978. 308 с.
2. Коуэн К. Н., Грант П. М. Адаптивные фильтры. М. : Мир, 1988. 392 с.
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. СПб. : Питер, 2006. 751 с.

© Ломаев Ю. С., 2015

УДК 517.9

**АНСАМБЛИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО САМОКОНФИГУРИРУЕМОГО
ЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА²**

Е. Д. Лосева
Научный руководитель – Л. В. Липинский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: rabota_lena_19@mail.ru

Исследуется применение многокритериального самоконфигурируемого эволюционного алгоритма SelfCGP+ENN в задаче прогнозирования расхода электроэнергии на «сутки вперед» с помощью ансамблей нейросетевых моделей. Проведен анализ эффективности предложенного метода с различными начальными установками и различным объемом базы данных.

Ключевые слова: прогноз расхода электроэнергии, ансамбли нейросетевых моделей.

**ENSEMBLES OF NEURAL NETWORKS USING MULTI-OBJECTIVE EVOLUTIONARY
SELFCONFIGURING ALGORITHMS**

E. D. Loseva
Scientific supervisor – L. V. Lipinsky

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: rabota_lena_19@mail.ru

Investigates effectiveness the using multi-criteria self-configurable evolutionary algorithm SelfCGP + ENN in the problem of forecasting power consumption for “day-ahead” using ensembles of neural network models. Introduced the effectiveness analysis of the proposed method with different initial installation and various volume database.

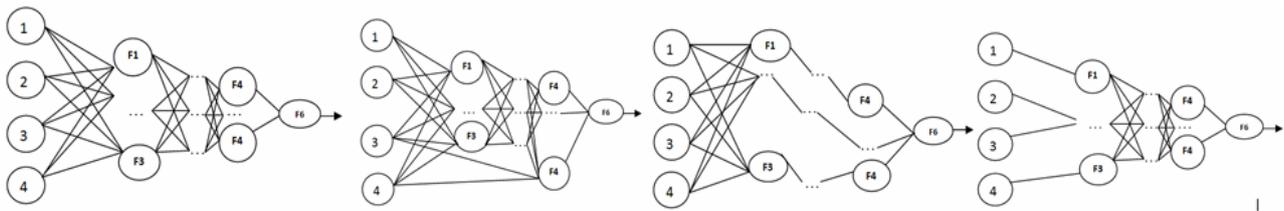
Keyword: forecasting electric energy consumption, ensembles of ANN, genetic algorithm.

Экономия потребления ресурсов электроэнергии разными категориями потребителей прогнозирование электроресурсных затрат является важной задачей. Анализ показал, что доля непромышленных потребителей составляет – 24,7 %; сельскохозяйственные – 5,7 %; бытовые – 19,4 % [1]. Оптимизация загрузки электропроизводственных мощностей, планирование оптовой закупки электроэнергии требуют прогноза потребления электроэнергии на разные периоды времени и с различной допустимой погрешностью. Исследования и практический опыт показывают, что одни из перспективных направлений в области прогнозирования на сегодняшний день является использование аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС) [2]. Цель разработки методики прогнозирования состояла в подборе архитектуры и параметров сетей ИНС для создания ансамбля нейросетевых моделей (АНС). Так как ансамбли – это совокупности нейронных сетей, взаимодействующих в целях формирования прогнозов, то, используя АНС, каждый выход можно предсказать по отдельности. Использование АНС является хорошим способом противодействия переобучению сетей и улучшает их обобщающие способности. Так как все имеющиеся нейронные сети имеют один выход, то ансамбль оценит значения этого выхода, комбинируя отдельные значения из результатов прогнозирования отдельными сетями. В статье рассматривается применение самоконфигурируемого алгоритма SelfCGP+ENN, позволяющего автоматически настраивать структуру каждой ИНС из ансамбля, что снижает требования к конечному пользователю и уменьшает затратность ресурсов на вычисления.

² Работа выполнена в рамках проекта RFMEFI57414X0037.

В качестве исходных данных для прогнозирования использовались статистические данные по энергопотреблению Сибирского Федерального округа за 2011–2013 гг. Дополнительные характеристики, имеющиеся в базе данных: дата и время суток, потребление электроэнергии округа, потребление электроэнергии края, полное потребление города, цена. Алгоритм формирования ансамбля ИНС с помощью самоконфигурируемого эволюционного алгоритма SelfCGP:

1. Создание популяции ИНС, состоящей из N индивидуумов: каждый индивид в популяции – это ИНС, представленная в качестве дерева. Для формирования деревьев проводится следующая процедура: в элементах (в вершинах, в листьях) дерева указывается структура ИНС: вершины состоят из $F\{+, <\}$ (двух видов операторов в узлах дерева), а листья состоят из $T\{IN1, IN2, IN3, IN4$ – блоки входных данных, ..., $F1, F2, F3, F4, \dots, F_a$ – функции активации}. Знаки из множества F являются указателями на то, что необходимо выполнить при формировании ИНС. «+» – объединение в один слой активационных функций, «<» – соединение слоев (см. рисунок) [3].



Виды структур ИНС

2. Оптимизация весовых коэффициентов для каждого индивида (дерева – структуры) в популяции, найденные с применением генетического алгоритма (GA) + алгоритма обратного распространения ошибки (Backpropagation);

3. Установить равные вероятности для всех вариантов настройки для каждого вида оператора (кроме селекции) [4]; Выбор варианта рекомбинации (одноточечное, стандартное) и мутации (слабая, сильная);

4. Оценка потомка по двум критериям: 1. Первой функцией пригодности является величина, представляющее собой отклонение от эталонных значений, вычисленная по формуле: $E = \frac{\sum |y^* - \hat{y}|}{N}$;

2. Вторая функция пригодности индивида – это величина, представляющая собой сложность структуры ИНС, вычисляемая по формуле: $Compl = r \cdot N_i + \sum_{i=1} N_i N_{i+1}$, где r – количество входных блоков

на первом слое; i – количество слоев без учета входного слоя; N_i – функций активации на i -м слое, N_{i+1} – количество функций активации на $i+1$ слое. Отбор деревьев – решений с выбором минимального значения по двум критериям проводится по следующему правилу:

- Результаты пригодности индивидуумов по первому критерию сортируются от минимального к максимальному.

- Парно просматривается разница между двумя значениями: если разница между двумя значениями превышает пороговое значение: $\Delta n > 50\%$, то принимается решение о выборе того индивида, у которого значение по фитнесу было минимальное. Иначе, если $\Delta n \leq 50\%$, то принимается решение перейти к отбору индивида по второй функции пригодности. Необходимо выбрать того индивида из пары, у которого «сложность» минимальна.

5. Отбор родителей (элитарная селекция); Рекомбинация родителей; мутации новой популяции;

6. Обновить вероятности для операторов, используя среднюю пригодность потомков, полученных при помощи данного оператора;

7. Если алгоритм достиг заданного значения точности или исчерпал вычислительные ресурсы, то переход к п. 8, иначе переход к п. 2.

8. Проводится отбор нескольких «лучших» индивидов для создания ансамбля нейросетевых моделей.

Результаты исследований приведены в таблице. По итогам работы описанного подхода были найдены лучшие структуры ИНС, собранные в ансамбль. После проведения тестирования найденного ансамбля была вычислена погрешность прогнозирования. В таблице указаны усредненные результа-

ты по 50 прогонам для каждого вида начальных установок. В качестве начальных установок было взято: максимальное количество слоев – 7, количество функций активации на каждом слое – 15.

Результаты исследований

Количество индивидов					
100		500		1000	
Сложность структуры ИНС					
Количество слоев	Количество нейронов	Количество слоев	Количество нейронов	Количество слоев	Количество нейронов
2	9	2	5	4	12
Погрешность прогнозирования, %					
2,57		3,55		2,44	

По итогам исследования можно сделать вывод, что разработанный подход для автоматизированного формирования нейросетевых моделей показывает оптимальные результаты в задаче прогнозирования. Показатели точности прогнозирования варьируются в зависимости как от начальных настроек для структуры ИНС, так и от начальных настроек генетического программирования. При различном количестве прогонов и начальных настроек в среднем значения находятся в диапазоне от 2 до 12 %.

Библиографические ссылки

1. Туkenov A. A. Рынок электроэнергетики: от монополии к конкуренции. М. : Энергоатомиздат, 2007.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / пер. с польск. И. Д. Рудинского. М. : Горячая линия – Телеком, 2006.
3. Семенкин Е. С. Липинский Л. В. Применение алгоритма генетического программирования в задачах автоматизации проектирования интеллектуальных информационных технологий // Вестник СибГАУ. Вып. 3 (10), Красноярск, 2006.
4. Семенкина М. Е. Самоадаптивные эволюционные алгоритмы проектирования информационных технологий интеллектуального анализа данных. Искусственный интеллект и принятие решений. К. : 2013.

© Лосева Е. Д., 2015

УДК 517. 968

СМЕШАННАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА С ВЫРОЖДЕННЫМ ЯДРОМ

А. Г. Лоскутова
Научный руководитель – Т. К. Юлдашев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tursunbay@rambler.ru, loskutova1994@mail.ru

Рассмотрены вопросы об однозначной разрешимости смешанной задачи для нелинейного интегро-дифференциального уравнения Фредгольма гиперболического типа с вырожденным ядром. Метод вырожденного ядра, разработанный для интегрального уравнения Фредгольма второго рода, развит для случая гиперболического интегро-дифференциального уравнения. Использован метод Фурье разделения переменных. Получена счетная система нелинейных интегральных уравнений. Применен метод последовательных приближений в сочетании его с методом сжимающих отображений.

Ключевые слова: смешанная задача, интегро-дифференциальное уравнение, уравнение гиперболического типа, вырожденное ядро, счетная система алгебраических систем уравнений, однозначная разрешимость.

MIXED VALUE PROBLEM FOR NONLINEAR INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION OF HYPERBOLIC TYPE WITH DEGENERATE KERNEL

A. G. Loskutova
Scientific supervisor – T. K. Yuldashev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tursunbay@rambler.ru, loskutova1994@mail.ru

It is considered the questions of one value solvability of the mixed problem for a nonlinear hyperbolic type Fredholm integro-differential equation with degenerate kernel. The method of degenerate kernel designed for Fredholm integral equations of the second kind is developed to the case of hyperbolic integro-differential equation. It is used the Fourier method of separation of variables. It is obtained the countable system of nonlinear integral equations. It is used the method of successive approximations combined it with the method of compressing maps.

Keywords: mixed problem, integro-differential equation, hyperbolic type equation, degenerate kernel, countable system of algebraic systems of equations, one valued solvability.

Математическое моделирование многих процессов, происходящих в реальном мире, часто приводит к изучению смешанных задач для уравнений математической физики. Теория смешанных задач для уравнений в частных производных в силу ее прикладной важности в настоящее время является одним из важнейших разделов теории дифференциальных уравнений. Данная работа является дальнейшим развитием методики работ [1–6].

В настоящей работе предлагается методика изучения смешанной задачи для нелинейного интегро-дифференциального уравнения Фредгольма гиперболического типа с вырожденным ядром. Используемые в данной работе символы и обозначения заимствованы из [7].

В области D рассматривается уравнение

$$\frac{\partial^2 u(t, x)}{\partial t^2} - \mu \int_0^T K(t, s) \frac{\partial^2 u(s, x)}{\partial x^2} ds = f \left(x, \int_0^T \int_0^l H(\xi, z) u(\xi, z) dz d\xi \right) \quad (1)$$

со смешанными условиями

$$u(t, x)|_{t=0} = \varphi_1(x), \quad u_t(t, x)|_{t=0} = \varphi_2(x), \quad u(t, x)|_{x=0} = u(t, x)|_{x=l} = 0, \quad (2)$$

где $f(x, \cdot) \in C(D_T \times R)$; $K(t, s) = \sum_{i=1}^m a_i(t) b_i(s)$; $0 < a_i(t)$; $b_i(s) \in C(D_T)$; $\int_0^T \int_0^l |H(t, x)| dx dt < \infty$;
 $\varphi_k(x) \in C^3(D_l)$; $\varphi_k(x)|_{x=0} = \varphi_k(x)|_{x=l} = 0$; $k = 1, 2$; μ – параметр; $D \equiv D_T \times D_l$; $D_T \equiv [0, T]$;
 $D_l \equiv [0, l]$, $0 < l < \infty$, $0 < T < \infty$.

Решение задачи (1), (2) ищем в виде ряда Фурье $u(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n(t) \cdot \vartheta_n(x)$,

где $\vartheta_n(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin \lambda_n x$; $\lambda_n = \frac{n\pi}{l}$, $n = 1, 2, \dots$.

По предположению

$$f\left(x, \int_0^T \int_0^l H(\xi, z) u(\xi, z) dz d\xi\right) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(\cdot) \cdot \vartheta_n(x),$$

где $f_n(\cdot) = \int_0^l f\left(y, \int_0^T \int_0^l H(\xi, z) \sum_{k=1}^{\infty} u_k(\xi) \cdot \vartheta_k(z) dz d\xi\right) \vartheta_n(y) dy$.

Тогда из уравнения (1) получаем следующую счетную систему интегро-дифференциальных уравнений:

$$u_n''(t) + \mu \lambda_n^2 \int_0^T K(t, s) u_n(s) ds = f_n(\cdot), \quad (3)$$

где $u_n(t) = \int_0^l u(t, y) \vartheta_n(y) dy$.

С помощью обозначения

$$c_{in} = \int_0^T b_i(s) u_n(s) ds \quad (4)$$

путем двукратного интегрирования по t из (3) получаем

$$u_n(t) = \varphi_{1n} + \varphi_{2n} t - \mu \lambda_n^2 \sum_{i=1}^m c_{in} q_i(t) + f_n(\cdot), \quad (5)$$

где $q_i(t) = \int_0^t (t-s) a_i(s) ds$; $i = \overline{1, m}$; $\varphi_{kn} = \int_0^l \varphi_k(y) \vartheta_n(y) dy$, $k = 1, 2$.

Подстановка выражения (5) в (4) дает счетную систему систем алгебраических уравнений (СССАУ)

$$c_{in} + \mu \lambda_n^2 \sum_{j=1}^m c_{jn} A_{ij} = B_{1in} + B_{2in} f_n(\cdot), \quad i = \overline{1, m}, \quad (6)$$

где $A_{ij} = \int_0^T b_i(s) q_j(s) ds > 0$; $B_{1in} = \int_0^T b_i(s) (\varphi_{1n} + \varphi_{2n} s) ds$; $B_{2in} = \frac{1}{2} \int_0^T b_i(s) s^2 ds$.

СССАУ (6) однозначно разрешима при любых конечных правых частях, если выполняется следующее условие:

$$\Delta_n(\mu) = \begin{vmatrix} 1 + \mu \lambda_n^2 A_{11} & \mu \lambda_n^2 A_{12} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{1m} \\ \mu \lambda_n^2 A_{21} & 1 + \mu \lambda_n^2 A_{22} & \dots & \mu \lambda_n^2 A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu \lambda_n^2 A_{m1} & \mu \lambda_n^2 A_{m2} & \dots & 1 + \mu \lambda_n^2 A_{mm} \end{vmatrix} \neq 0. \quad (7)$$

Рассмотрим такие регулярные значения μ , при которых выполняется условие (7). Тогда решения СССАУ (6) записываются в виде

$$c_{in} = \frac{\Delta_{1in}(\mu)}{\Delta_n(\mu)} + f_n(\cdot) \cdot \frac{\Delta_{2in}(\mu)}{\Delta_n(\mu)}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (8)$$

где

$$\Delta_{kin}(\mu) = \begin{vmatrix} 1 + \mu\lambda_n^2 A_{11} & \dots & \mu\lambda_n^2 A_{1(i-1)} & B_{k1n} & \mu\lambda_n^2 A_{1(i+1)} & \dots & \mu\lambda_n^2 A_{1m} \\ \mu\lambda_n^2 A_{21} & \dots & \mu\lambda_n^2 A_{2(i-1)} & B_{k2n} & \mu\lambda_n^2 A_{2(i+1)} & \dots & \mu\lambda_n^2 A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu\lambda_n^2 A_{m1} & \dots & \mu\lambda_n^2 A_{m(i-1)} & B_{kmn} & \mu\lambda_n^2 A_{m(i+1)} & \dots & 1 + \mu\lambda_n^2 A_{mm} \end{vmatrix}, \quad k = 1, 2.$$

Подставляя (8) в (5), получим

$$u_n(t, \mu) = Q_n(t, \mu) + \Phi_n(t, \mu) \int_0^l f \left(y, \int_0^T \int_0^l H(\xi, z) \sum_{k=1}^{\infty} u_k(\xi, \mu) \cdot \vartheta_k(z) dz d\xi \right) \vartheta_n(y) dy, \quad (9)$$

где $Q_n(t, \mu) = \varphi_{1n} + \varphi_{2n}t - \mu\lambda_n^2 \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_{1in}(\mu)}{\Delta_n(\mu)} q_i(t)$; $\Phi_n(t, \mu) = \frac{t^2}{2} - \mu\lambda_n^2 \sum_{i=1}^m \frac{\Delta_{2in}(\mu)}{\Delta_n(\mu)} q_i(t)$.

Подставляя (9) в ряд Фурье, получаем формальное решение смешанной задачи (1), (2)

$$u(t, x, \mu) = \sum_{n=1}^{\infty} \vartheta_n(x) \times \left\{ Q_n(t, \mu) + \Phi_n(t, \mu) \int_0^l f \left(y, \int_0^T \int_0^l H(\xi, z) \sum_{k=1}^{\infty} u_k(\xi, \mu) \cdot \vartheta_k(z) dz d\xi \right) \vartheta_n(y) dy \right\}. \quad (10)$$

Теорема. Пусть выполняются условие (7) и

1) $\gamma_1 = \|Q(t, \mu)\|_{B_2(T)} < \infty$; $\gamma_2 = \|\Phi(t, \mu)\|_{B_2(T)} < \infty$;

2) $M = \|f(x, u)\|_{L_2(l)} < \infty$; $f(x, u) \in Lip\{L(x)|_u\}$, $\delta_1 = \|L(x)\|_{L_2(l)} < \infty$;

3) $\delta_2 = \int_0^T \int_0^l |H(t, x)| dx dt < \infty$; $\rho = \gamma_2 \delta_1 \delta_2 \delta_3 < 1$, $\delta_3 = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} |\vartheta_n(x)|^2 \right\}^{\frac{1}{2}} < \infty$.

Тогда счетная система нелинейных интегральных уравнений ССНИУ (9) имеет единственное решение в пространстве $B_2(T)$. Это решение можно найти методом последовательных приближений:

$$\begin{cases} u_n^0(t, \mu) = Q_n(t, \mu), u_n^{j+1}(t, \mu) = Q_n(t, \mu) + \\ + \Phi_n(t, \mu) \cdot \int_0^l f \left(y, \int_0^T \int_0^l H(\xi, z) \sum_{k=1}^{\infty} u_k^j(\xi, \mu) \cdot \vartheta_k(z) dz d\xi \right) \vartheta_n(y) dy. \end{cases} \quad (11)$$

Доказательство. В силу условий теоремы из (11) имеем следующие оценки:

$$\|u^0(t, \mu)\|_{B_2(T)} \leq \gamma_1; \quad \|u^1(t, \mu) - u^0(t, \mu)\|_{B_2(T)} \leq \gamma_2 \|f(x, \cdot)\|_{L_2(l)} = \gamma_2 M; \quad (12)$$

$$\|u^{j+1}(t, \mu) - u^j(t, \mu)\|_{B_2(T)} \leq \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} |\Phi_n(t, \mu)|^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \times$$

$$\begin{aligned} & \times \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} \left[\int_0^l L(y) \int_0^T \int_0^l |H(\xi, z)| \sum_{k=1}^{\infty} |u_k^j(\xi, \mu) - u_k^{j-1}(\xi, \mu)| \cdot |\vartheta_k(z)| dz d\xi \cdot |\vartheta_n(y)| dy \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \leq \\ & \leq \gamma_2 \delta_2 \delta_3 \|u^j(t, \mu) - u^{j-1}(t, \mu)\|_{B_2(T)} \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} \left[\int_0^l L(y) \cdot |\vartheta_n(y)| dy \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \leq \\ & \leq \rho \|u^j(t, \mu) - u^{j-1}(t, \mu)\|_{B_2(T)} < \|u^j(t, \mu) - u^{j-1}(t, \mu)\|_{B_2(T)}. \end{aligned} \quad (13)$$

Из (12) и (13) следует, что оператор в правой части (9) является сжимающим. Следовательно, ССНИУ (9) имеет единственное решение $u(t, \mu) \in B_2(T)$. Теорема доказана.

Рассмотрим ряд (10) и

$$\begin{aligned} u^{j+1}(t, x, \mu) &= \sum_{n=1}^{\infty} u_n^{j+1}(t, \mu) \cdot \vartheta_n(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \vartheta_n(x) \cdot \left\{ G_n(t, \mu) + \right. \\ & \left. + \Phi_n(t, \mu) \cdot \int_0^l f \left(y, \int_0^T \int_0^l H(\xi, z) \sum_{k=1}^{\infty} u_k^j(\xi, \mu) \cdot \vartheta_k(z) dz d\xi \right) \vartheta_n(y) dy \right\}. \end{aligned} \quad (14)$$

Нетрудно показать, что последовательность функций (14) сходится к функции (10) при $j \rightarrow \infty$.

Библиографические ссылки

1. Юлдашев Т. К. О разрешимости смешанной задачи для линейного парабола-гиперболического интегро-дифференциального уравнения Фредгольма // Журн. СВМО. 2013. Том 15. № 3. С. 158 – 163.
2. Юлдашев Т. К. Обратная задача для одного интегро-дифференциального уравнения Фредгольма в частных производных третьего порядка // Вестн. СамГТУ. 2014. Т. 34. № 1. С. 56–65. Сер. Физ.-мат. науки.
3. Юлдашев Т. К. Двойная обратная задача для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма эллиптического типа порядка // Вестн. СамГТУ. 2014. Т. 34. № 2. С. 39–49. Сер. Физ.-мат. науки.
4. Юлдашев Т. К., Лоскутова А. Г. Обратная задача для интегро-дифференциального уравнения Фредгольма в частных производных первого порядка // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф. (11–14 ноября 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 2. С. 168–170.
5. Юлдашев Т. К., Лоскутова А. Г. Обратная задача для эллиптического интегро-дифференциального уравнения Фредгольма // Журн. СВМО. 2014. Т. 16. № 3. С. 87–93.
6. Юлдашев Т. К., Шабаликов К. Х. Обратная задача для гиперболического интегро-дифференциального уравнения Фредгольма // Таврич. вестн. информатики и математики. 2014. Т. 24. № 1. С. 73–81.
7. Юлдашев Т. К. Приближенное решение точечной подвижной задачи оптимального управления для нелинейного гиперболического уравнения // Моделирование и анализ информационных систем. 2014. Т. 21. № 3. С. 106–120.

© Лоскутова А. Г., 2015

УДК 519.87

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ В ЗАДАЧЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ

Д. Ю. Мамонтов

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: mamontov.bs@yandex.ru

Проводится сравнение пяти методов интеллектуального анализа данных в задаче классификации типов повреждений стальных листов. Проанализированы результаты и предоставлены рекомендации по дальнейшей работе над данной задачей.

Ключевые слова: дефекты стальных пластин, классификация, нейронные сети, метод ближайших соседей, наивный байесовский классификатор, автоматический многослойный перцептрон, деревья решений, сравнительный анализ эффективности.

EFFECTIVENESS INVESTIGATION OF DATA MINING TECHNIQUES IN CLASSIFICATION OF STEEL PLATES DEFECTS

D. Yu. Mamontov

Scientific supervisor – E. S. Semekin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: mamontov.bs@yandex.ru

In the article, a comparing of five data mining techniques in the task of classification of types of steel plates damages is carried out. Results are analyzed and recommendations on further work are provided.

Keywords: steel plates damages, classification, neural nets, k-nearest neighbor algorithm, naive Bayes classifier, automated multilayer perceptron, decision tree, performance comparison.

В современном мире широко используются стальные изделия. Стальной лист имеет широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе в области производства летательных аппаратов и других изделий машиностроительной отрасли [1]. В связи с этим требуется, чтобы стальной лист соответствовал высочайшим требованиям качества, которые к нему предъявляют. Таким образом, с целью минимизации затраты и сокращения времени на прохождение контроля качества целесообразно исследовать эффективность интеллектуальных методов анализа данных в задаче классификации повреждений стальных листов.

База данных, используемая в данной работе, была предоставлена итальянским научно-исследовательским центром наук о коммуникации Semeion [2]. Входной вектор составлен из 27 независимых переменных, которые приблизительно описывают геометрическую форму дефекта, его границы и другие параметры. Задача состоит в том, чтобы правильно определить тип дефекта поверхности в нержавеющей стальных плитах, с 7 классами возможных дефектов. В базе содержится 1941 образец. Семь возможных классов дефектов стальных листов: Pastry (пригар), Z_Scratch (зигзагообразные царапины), K_Scratch (простые царапины), Stains (точено-пятнистая неоднородность), Dirtiness (корочки), Bumps (вмятины), Other_Faults (другое).

Для решения поставленной задачи в данной работе используется программное обеспечение RapidMiner Studio 6.3.000 [3].

Ход работы:

1. Загрузка данных.
2. Нормализация входных значений.

3. Оптимизация параметров применяемых методов с помощью генетического алгоритма.
4. Обучение и тестирование моделей (X-Validation).
5. Расчет *t*-критерия Стьюдента для всех применяемых методов (T-Test).

В качестве методов анализа данных были выбраны следующие алгоритмы: искусственная нейронная сеть (ANN, [4]) с 1 скрытым слоем, состоящим из 13 нейронов с сигмоидальной логистической функцией в качестве функции активации (оптимизировалась по количеству циклов обучения, скорость обучения 0,11, импульс 0,61); метод ближайших соседей (*k*-NN, [5]), оптимизированный по количеству ближайших соседей; деревья решений (DT, [6]) с параметрами, установленными по умолчанию (оптимизация не дала значимых улучшений в работе); наивный байесовский классификатор с оценкой плотности ядра (NBK, [7]), оптимизированный по количеству ядер; автоматический многослойный перцептрон (AutoMLP, [8]), оптимизированный по количеству циклов обучения.

После выполнения четвертого этапа для всех методов попарно рассчитывался *t*-критерий Стьюдента (T-Test). Полученные значения меньше, чем 0.05, указывают на статистически достоверное различие между средними значениями эффективности работы алгоритмов. Результаты расчетов занесены в таблицу.

Эффективность методов анализа данных при классификации дефектов

	ANN 0.732 +/- 0.022	<i>k</i> -NN 0.726 +/- 0.015	DT 0.696 +/- 0.022	AutoMLP 0.733 +/- 0.025
DT	0.000	0.000	0.000	0.000
ANN		0.514	0.002	0.927
<i>k</i> -NN			0.002	0.480
NBK				0.003

Как видно три метода выдают статистически неразличимые результаты, а именно: AutoMLP, *k*-NN и ANN. Это означает, что на практике они справляются с решением поставленной задачи приблизительно с одинаковой эффективностью, причем лучше, чем деревья решений и наивный байесовский классификатор. В этой связи можно сделать вывод, что методы интеллектуального анализа данных, реализованные в пакете RapidMiner, не позволяют построить достаточно эффективные системы распознавания типов дефектов стальных пластин (даже после оптимизации по параметрам ошибка более 25 %). В такой ситуации необходимо разрабатывать и применять более эффективные методы интеллектуального анализа данных. Перспективными направлениями здесь являются методы автоматизированного проектирования классификаторов на нечеткой логике [9–11] и искусственных нейронных сетях [12; 13], а также других методов анализа данных с применением самонастраивающихся адаптивных алгоритмов оптимизации и моделирования [14–16] для их структурно-параметрической адаптации под задачу. Автоматизированное проектирование групповых технологий интеллектуального анализа данных [17; 18] является еще одним перспективным направлением развития исследуемого подхода.

Библиографические ссылки

1. Семенкин Е. С., Клешков В. М. Модели и алгоритмы распределения общих ресурсов при управлении инновациями реструктурированного машиностроительного предприятия // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2006. № 3. С. 24–30.
2. Научно-исследовательский центр наук о коммуникации Semeion, Рим, Италия [Электронный ресурс]. URL: www.semeion.it (дата обращения: 04.03.15).
3. RapidMiner Studio: экспертное программное обеспечение для интеллектуального анализа данных [Электронный ресурс]. URL: <https://rapidminer.com/> (дата обращения: 04.03.15).
4. Wang S. C. Artificial neural network. New York: Springer US – Interdisciplinary Computing in Java Programming, 2003. P. 81–100.
5. Wang H., Bell D. Extended *k*-Nearest Neighbours Based on Evidence Theory // The Computer Journal. 2004. Vol. 47(6) Nov. P. 662–672.
6. Osei-Bryson K. M. Overview on decision tree induction. New York // Springer US – Advances in Research Methods for Information Systems Research, 2014. P. 15–22.

7. Xiang Z. L. Novel Naive Bayes based on Attribute Weighting in Kernel Density Estimation // San Antonio: Joint 7th International Conference on and Advanced Intelligent Systems (ISIS), 2014. P. 1439–1442.
8. Simple, effective, fully automated learning rate and size adjustment / Breuel T. M., Shafait F. Automlp // The Learning Workshop. 2010. P. 122–131.
9. Semenkin E., Stanovov V. Fuzzy Rule Bases Automated Design with Self-configuring Evolutionary Algorithm // Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), 11th International Conference on. INSTICC, 2014. Vol. 1. P. 318–323.
10. Stanovov V., Semenkin E. Self-adjusted evolutionary algorithms based approach for automated design of fuzzy logic systems // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4(50). С. 148–152.
11. Semenkina M., Semenkin E. Hybrid self-configuring evolutionary algorithm for automated design of fuzzy classifier // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2014. Vol. 8794. P. 310–317.
12. Brester K., Semenkin E. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4(50). С. 99–103.
13. Akhmedova Sh., Semenkin E. Co-operation of Biology Related Algorithms meta-heuristic in ANN-based classifiers design // Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation 2014. P. 867–872.
14. Ахмедова Ш. А., Семенкин Е. С. Новый коллективный метод оптимизации на основе кооперации бионических алгоритмов // Вестник СибГАУ. 2013. № 4(50). С. 92–99.
15. Семенкин Е. С., Семенкина М. Е. Применение генетического алгоритма с модифицированным оператором равномерной рекомбинации при автоматизированном формировании интеллектуальных информационных технологий // Вестник СибГАУ. 2007. № 3. С. 27–33.
16. Semenkin E. S., Semenkina M. E. Self-configuring Genetic Algorithm with Modified Uniform Crossover Operator // Advances in Swarm Intelligence. Lecture Notes in Computer Science 7331. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012. P. 414–421.
17. Semenkina M., Semenkin E. Classifier ensembles integration with self-configuring genetic programming algorithm // Lecture Notes in Computer Science. 2013. Т. 7824 LNCS. С. 60–69.
18. Семенкин Е. С., Шабалов А. А., Ефимов С. Н. Автоматизированное проектирование коллективов интеллектуальных информационных технологий методом генетического программирования // Вестник СибГАУ. 2011. № 3. С. 77–81.

© Мамонтов Д. Ю., 2015

УДК 519.6

ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ПОСТРОЕНИЯ АНСАМБЛЯ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОЦЕНОК РЕГРЕССИЙ

Е. С. Мангалова, М. С. Мангалова
Научный руководитель – О. В. Шестернева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: e.s.mangalova@hotmail.com

Предложена процедура формирования ансамбля непараметрических оценок Надарая–Ватсона, основанная на принципах последовательного обучения. Проведены численные исследования, в ходе которых было показано, что точность ансамбля непараметрических оценок Надарая–Ватсона превосходит единственную оценку как в разреженных областях пространства входных переменных, так и в областях с большим количеством наблюдений.

Ключевые слова: восстановление регрессии, ансамблевое обучение, непараметрическая оценка Надарая–Ватсона, параметр размытости.

ABOUT ENSEMBLE LEARNING ALGORITHM BASED ON NONPARAMETRIC ESTIMATORS

E. S. Mangalova, M. S. Mangalova
Scientific supervisor – O. V. Shesterneva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: e.s.mangalova@hotmail.com

The ensemble learning method proposed by the authors is based on boosted learning of nonparametric estimators. The numerical researches show that proposed boosted ensemble is significantly more accurate than a single Nadaraya-Watson kernel estimator as in case of sparse areas in the space of input variables, as in case of areas with a large number of observations in the training set.

Keywords: regression, ensemble learning, Nadaraya-Watson estimator, bandwidth.

Широкое распространение методов восстановления регрессии объясняется возможностью их применения для построения моделей явлений, объектов и процессов разной физической природы. Одними из распространенных методов моделирования являются методы ансамблевого обучения [1].

Одной из основных задач объединения нескольких моделей одного типа является устранение тех или иных недостатков определенных моделей. В работе предложена процедура формирования ансамбля непараметрических оценок Надарая–Ватсона [2], позволяющая получать более гладкие и точные оценки в разреженных подобластях пространства входных переменных, чем при построении единственной непараметрической оценки.

Идея построения ансамбля непараметрических оценок состоит в итеративном улучшении некоторой начальной (базовой) оценки регрессии Надарая–Ватсона за счет последовательного добавления непараметрических оценок невязок текущего ансамбля, построенных с меньшими параметрами размытости, а следовательно, более ориентированных на имеющиеся данные. Каждая последующая оценка добавляется в ансамбль с целью улучшить его качество. Данный процесс продолжается до того момента, пока уменьшается значение меры рассогласования выхода модели и объекта, вычисленная по валидационной выборке.

Ансамблем нулевого уровня $H_0(\bar{x})$ является непараметрическая оценка [3]:

$$H_0(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K\left(\frac{x^j - x_i^j}{c_0^j}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K\left(\frac{x^j - x_i^j}{c_0^j}\right)},$$

где x^1, x^2, \dots, x^m – независимые переменные, значения которых известны и на основании которых определяется значение зависимой переменной y ; \bar{c}_0 – вектор параметров размытости.

Каждая последующая непараметрическая оценка дополняет текущий ансамбль $H_{q-1}(\bar{x})$, минимизируя невязку между выходом объекта y и выходом текущего ансамбля $H_{q-1}(\bar{x})$:

$$H_q(\bar{x}) = H_{q-1}(\bar{x}) + \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K\left(\frac{x^j - x_i^j}{c_q^j}\right) (y_i - H_{q-1}(\bar{x}_i))}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K\left(\frac{x^j - x_i^j}{c_q^j}\right)}, & \sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K\left(\frac{x^j - x_i^j}{c_q^j}\right) > 0, \\ 0, & \sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K\left(\frac{x^j - x_i^j}{c_q^j}\right) = 0, \end{cases} \quad q = 1, 2, \dots, Q.$$

Задача построения ансамбля сводится к нахождению последовательности параметров размытости, минимизирующей выбранной критерий качества.

Добавление каждой последующей непараметрической оценки в ансамбль направлено на то, чтобы уменьшить ошибку текущего ансамбля. Поэтому большое влияние на итоговую оценку оказывают наблюдения близкие к границе области входных переменных и к границам разреженных областей, в силу особенности своего построения точность непараметрической оценки в данных областях меньше [3], а, следовательно, больше значения невязок между выходом объекта и выходом текущего ансамбля и больше вклад в итоговую оценку.

Предложена процедура обучения ансамбля непараметрических оценок, позволяющая повысить точность восстановления регрессионной зависимости по наблюдениям при наличии разреженных областей в пространстве входных переменных, а также на границах этого пространства.

Библиографические ссылки

1. Polikar R. Ensemble Based Systems in Decision Making. IEEE Circuits and Systems Magazine, third quarter. 2006. P. 21–45.
2. Надарая Э. А. Непараметрические оценки плотности вероятности и кривой регрессии. Тбилиси : Изд-во Тбил. ун-та, 1983. 194 с.
3. Хардле В. Прикладная непараметрическая регрессия. М. : Мир, 1993. 349 с.

© Мангалова Е. С., Мангалова М. С., 2015

УДК 517. 91

ОБ ОДНОМ ПРИЛОЖЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА С МАКСИМУМАМИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

С. М. Овсяников
Научный руководитель – Т. К. Юлдашев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tursunbay@rambler.ru, s.ovsianikov@yandex.ru

Разработана математическая модель управления производственным процессом компании, которая описывается задачей нелинейного оптимального управления для нелинейных интегральных уравнений со сложными максимумами.

Ключевые слова: оптимальное управление, математическая модель, интегральное уравнение, уравнение со сложными максимумами, управление производственным процессом.

AN APPLICATION OF VOLTERRA INTEGRAL EQUATIONS WITH MAXIMA IN CONTROL PROBLEMS OF THE ECONOMIC PROCESS

S. M. Ovsyanikov
Scientific supervisor – T. K. Yuldashev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tursunbay@rambler.ru, s.ovsianikov@yandex.ru

In this paper we developed the mathematical model of the production process control of the company, which describes by the problem of nonlinear optimal control for nonlinear integral equations with complicated maxima.

Keywords: optimal control, mathematical model, integral equation, equation with complicated maxima, control of production process.

Современные методы решения задач управления основываются на концепции оптимальности, что определяет широкое применение методов и алгоритмов теории оптимизации при проектировании и совершенствовании систем управления. Многие задачи управления формулируются как конечно-мерные оптимизационные задачи. К таким задачам относятся и задачи адаптивных систем управления. Разрабатываются эффективные численные методы и программные средства для решения задач динамики и управления. При приближенном решении задач оптимального управления используются широкий спектр разных методов (см., напр. [1–10]).

В данной работе рассматривается математическая модель управления производственным процессом, которая описывается нелинейным интегральным уравнением с нелинейными максимумами. Рассмотрим производственный процесс одной компании в условиях рыночных отношений. Объем продукции обозначим через $u(t)$. Тогда доход компании от реализации продукции к данному моменту времени t составляет

$$y(t) = p(t) u(t), \quad (1)$$

где $p(t)$ – рыночная цена реализации продукции производимой компанией в момент времени t .

Из (1) видно, что если цена реализации продукции возрастает, то и доход предприятия тоже возрастает к данному моменту времени t . Но, повышение цены может отрицательно отражаться в скорости дальнейшей реализации товара, производимой компанией. Путем дифференцирования соотношения (1) по времени t находим скорость реализации продукции

$$y'(t) = p'(t)u(t) + p(t)u'(t), \quad (2)$$

где $p'(t)$ – тенденция формирования ценообразования продукции.

Нас интересует случай, когда $y'(t) > 0$, то есть с течением времени все больше и больше продукции реализуются. Из формулы (2) видно, что это зависит от тенденции формирования ценообразования $p'(t)$ и скорости выпуска продукции $u'(t)$. Но, $p'(t)$ определяется из равновесия спроса и предложения на продукцию на рынке к моменту времени t . Скорость выпуска продукции определяется из следующего соотношения

$$u'(t) = \alpha(t)z(t - \tau(t)), \quad (3)$$

где $z(t)$ – функция инвестиций, направленных на расширение производства продукции; $\alpha(t)$ – коэффициент эффективности использования инвестиций; $0 < \alpha(t) < 1$, $0 < t_0 < \tau(t) < t$.

Если функция запаздывания $\tau(t)$ меньше будет, то это способствует тому, что скорость выпуска продукции больше становится. Если $\tau(t) = t$, то процесс инвестирования будет останавливаться. Очевидно, что запаздывание $\tau(t)$ зависит от объема продукции $u(t)$ и скорости реализации производимых компанией продукций $y'(t)$ к моменту времени t , то есть $\tau(t) = \tau(t, u(t), y'(t))$. Тогда формула (3) приобретает вид

$$u'(t) = \alpha(t)z(t - \tau(t, u(t), y'(t))). \quad (4)$$

Величина инвестиций $z(t)$ является частью дохода

$$z(t) = q(t)y(t), \quad (5)$$

где $q(t)$ – доля прибыли в составе дохода от реализации продукции, $0 < q(t) < 1$. Величина $q(t)$ характеризует рентабельность производства продукции.

Подставляя (5) в (4), получаем

$$u'(t) = \alpha(t)q(t - \tau(t, u(t), y'(t)))y(t - \tau(t, u(t), y'(t))). \quad (6)$$

Из формулы (6) следует, что величина скорости выпуска продукции $u'(t)$ взаимосвязана с величиной рентабельности производства этой продукции. Запаздывание τ характеризуется величиной продукций, накопленных в складах компании, и скоростью выпуска продукций к данному моменту времени t . Подстановка (6) в (2) дает нам следующую дифференциальную уравнению

$$y'(t) = p'(t)u(t) + p(t)\alpha(t)q(t - \tau(t, u(t), y'(t)))y(t - \tau(t, u(t), y'(t))), \quad (7)$$

где $0 < q(t) < 1$ – известные функции; $y(t)$ – неизвестная функция; $u(t)$ – функция управления, $t - \tau(t, u(t), y'(t)) \geq t_0 - \eta$, $0 < \eta = \text{const}$.

Рассмотрим вопрос о максимизации дохода предприятия от реализации его продукции на отрезке времени $[t - \tau(t, u(t), y'(t)); t]$. В этом случае дифференциальное уравнение (7) принимает вид

$$y'(t) = p'(t)u(t) + \beta(t) \max \left\{ q(\theta): \theta \in [t - \tau(t, u(t), y'(t)); t] \right\} \times \\ \times \max \left\{ y(\theta): \theta \in [t - \tau(t, u(t), y'(t)); t] \right\}, \quad (8)$$

где $\beta(t) = p(t)\alpha(t)$, $0 < \beta(t) < 1$. В дифференциальном уравнении (8) учтем фактор внешнего воздействия $f(t)$. Отметим, что фактор внешнего воздействия чаще всего зависит от дохода самой компании. Если учтем случайных внешних факторов, то дифференциальное уравнение (8) приобретает вид

$$y'(t) = p'(t)u(t) + \beta(t) \max \left\{ q(\theta): \theta \in [t - \tau(t, u(t), y'(t)); t] \right\} \times \\ \times \max \left\{ y(\theta): \theta \in [t - \tau(t, u(t), y'(t)); t] \right\} + f(t, y(t), \xi(t)), \quad (9)$$

где $\xi(t)$ – непрерывный случайный процесс.

Дифференциального уравнения (9) будем рассматривать при начальном условии $y'(t) = \varphi(t)$, $t \in [-\eta; t_0]$, $0 < \eta = \text{const}$. На большом временном отрезке $[t - \tau(t, u(t), y'(t)); t]$ максимизировать доход компании очень сложно. Поэтому этот вопрос решается путем минимизации функции запаздывания $\tau(t, u(t), y'(t))$, управляя объемом продукции на отрезке времени $[t_0; T]$.

Примем обозначение $y'(t) = \vartheta(t)$. Тогда с учетом начального условия имеем $y(t) = \varphi(t_0) + \int_{t_0}^t \vartheta(s) ds$.

В этом случае дифференциальное уравнение (9) принимает вид интегрального уравнения Вольтерра

$$\vartheta(t) = p'(t)u(t) + \beta(t) \max \left\{ q(\theta) : \theta \in [t - \tau(t, u(t), y'(t)); t] \right\} \times \\ \times \left[\varphi(t_0) + \int_{t_0}^t \max \left\{ \vartheta(\theta) : \theta \in [s - \tau(s, u(s), \vartheta(s)); s] \right\} ds \right] + f \left(t, \varphi(t_0) + \int_{t_0}^t \vartheta(s) ds, \xi(t) \right)$$

с условием $\vartheta(t) = \varphi(t)$, $t \in [-\eta; t_0]$.

Библиографические ссылки

1. Евтушенко Ю. Г. Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. М. : Наука, 1982. 432 с.
2. Кротов В. Ф., Гурман В. И. Методы и задачи оптимального управления. М. : Наука, 1973. 448 с.
3. Срочко В. А. Итерационные методы решения задач оптимального управления. М. : Физматлит, 2000. 160 с.
4. Юлдашев Т. К. Об одной задаче оптимального управления для псевдогиперболического уравнения // Моделирование и анализ информационных систем. 2013. Т. 20. № 5. С. 78–89.
5. Юлдашев Т. К. Приближенное решение задачи оптимального управления для нелинейного псевдопараболического уравнения // Вестн. ВоронежГУ. 2014. № 1. С. 45–51. Сер. Системный анализ и информационные технологии.
6. Юлдашев Т. К. Нелинейная точечная задача оптимального управления для псевдопараболического уравнения // Вестник ВоронежГУ. 2014. № 3. С. 9–16. Сер. Системный анализ и информационные технологии.
7. Юлдашев Т. К. Приближенное решение точечной подвижной задачи оптимального управления для нелинейного гиперболического уравнения // Моделирование и анализ информационных систем. 2014. Т. 21. № 3. С. 106–120.
8. Юлдашев Т. К. О построении приближений для оптимального управления в квазилинейных уравнениях с частными производными первого порядка // Матем. теория игр и её прилож. 2014. Т. 6. № 3. С. 105–119.
9. Юлдашев Т. К. Приближенное решение нелинейного параболического и обыкновенного дифференциального уравнений и приближенный расчет функционала качества при известных управляющих воздействиях // Проблемы управления. 2014. № 4. С. 2–8.
10. Юлдашев Т. К. Приближенное решение дифференциальных уравнений с нелинейным запаздыванием и приближенное вычисление функционала качества при известном управлении // Журн. СВМО. 2014. Т. 16. № 4. С. 75–84.

© Овсяников С. М., 2015

УДК 658.51

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

Н. Н. Огрызкова
Научный руководитель – Л. В. Липинский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ogrizkova.nina@gmail.com

В стремлении быть успешными и жизнеспособными в условиях жесткой конкуренции, современные организации постоянно занимаются поиском путей повышения собственной эффективности. Одним из важных этапов на пути совершенствования в управлении бизнесом является оптимизация документооборота.

Ключевые слова: управленческая отчетность, документооборот, оптимизация.

ABOUT OPTIMIZING THE MANAGEMENT REPORTING PROCESSES FORMATION

N. N. Ogrizkova
Scientific adviser – L. V. Lipinsky

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ogrizkova.nina@gmail.com

In aspiration to be successful and viable the modern organizations constantly are engaged in searching the ways that increases own efficiency. One of the most important stages on the way of improvement in a business management is – document flow optimization.

Keywords: management reporting, document flow, optimization.

Одним из наиболее универсальных путей организационного развития в настоящее время, является правильно выстроенный бизнес-процесс предоставления управленческой отчетности дирекции компании. Грамотно выстроенная и предоставленная в срок управленческая отчетность представляет собой мощный инструмент роста общей эффективности деятельности организации, и, как следствие, повышения качества услуг и прибыльности компании в целом [1].

Управленческая отчетность это внутренняя отчетность об условиях и результатах хозяйственных операций, характеризующих деятельность структурных подразделений предприятия, отдельных направлениях его деятельности, а также результатах деятельности по регионам [2].

На основе управленческой отчетности принимаются решения на всех уровнях управления организацией. Важным элементом здесь является время, которое проходит от получения отчета до выработки решения и претворения его в управляющие действия [3].

Процесс формирования управленческой отчетности в торговой сети ООО «Командор-холдинг» занимает 22 рабочих дня, это время с момента окончания отчетного периода до получения отчетности руководством компании. Данный срок не позволяет директорам в полном объеме реагировать на изменения в окружающей среде. Таким образом, большинство управленческих решений сводятся не к предотвращению нежелательных явлений, а к их устранению.

В октябре 2013 года было принято решение рассмотреть возможность сокращения сроков формирования управленческой отчетности с 22 до 6 рабочих дней.

Перед началом проекта были определены основные его этапы:

1. Анализ путей формирования управленческой отчетности.
2. Проектирование альтернатив по решению проблемы.
3. Реализация решения.

На первом этапе были исследованы все операции, производимые над первичными документами, и найдены причины длительных сроков подготовки документации. Информация была получена путем интервьюирования, самофотографии рабочего времени, участия в рабочих группах, изучения инструкций и регламентов компании. Всего было найдено 7 основных причин:

1. Низкая производительность рабочих компьютеров.
2. Выполнение сложных операций в слабоавтоматизированном информационном обеспечении.
3. Некомпетентность и халатность сотрудников компании при работе с первичными документами.
4. Неэффективно настроенный обмен данными (либо его отсутствие) между информационными системами.
5. Дублирование одних и тех же операций разными сотрудниками.
6. Затягивание сроков предоставления первичных документов контрагентами.
7. Неактуальность некоторых инструкций и регламентов.

На втором этапе были разработаны и предложены альтернативы по решению проблем, связанных с длительным сроком формирования управленческой отчетности. Цели предложенных альтернатив были следующие:

1. Проработать все бизнес-процессы компании и свести все информационные системы к одной.
2. Частичное вмешательство. Этот вариант заключается в доработке информационных систем и принятию организационных мер.
3. Сократить срок формирования управленческой отчетности в два раза с минимальными трудозатратами. В данной альтернативе рассматривается выполнение лишь части предложенных мер, которые сократят срок в два раза за короткое время.

После изучения представленных альтернатив, заказчиком проекта был выбран второй вариант, который включает в себя: автоматизацию ручных операций в существующих информационных системах компании, перенос некоторых ресурсоемких операций на сервер и организационные меры по работе сотрудников магазина, собственного производства и бухгалтерии.

По окончании работы над проектом, был составлен план, поэтапно описывающий все необходимые работы на пути к достижению цели и примерные сроки их выполнения. Также в плане указаны ответственные руководители отделов, которые должны контролировать проведение работ по проекту, так как именно они заинтересованы в оптимизации работы сотрудников своего подразделения.

В результате выполнения разработанного плана, нам удалось провести сокращение трудозатрат над подготовкой документации за отчетный период, оптимизацию процессов работы отделов, что в конечном итоге привело к сокращению сроков формирования управленческой отчетности с 22 до 6 рабочих дней.

Библиографические ссылки

1. Фионова Л. Р. Разработка методики анализа состояния ДОО в организации // Современные технологии документооборота в бизнесе, производстве и управлении : материалы III Междунар. конф (2008 г., Пенза) / АНОО ПДЗ. Пенза, 2008. С. 3–6.
2. Кузнецова Т. В. Документооборот и его анализ // Секретарское дело. 2003. № 3. С. 12–15.
3. Зыкова М. Е. Формирование и реализация управленческих решений в системе государственного и муниципального управления // Вестник ОрёлГИЭТ. 2009. № 4(10). С. 16–22

© Огрызкова Н. Н., 2015

УДК 512.642:004.51:372.851=30

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО РЕПЕТИТОРА ПО ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЕ

И. В. Подольский
Научный руководитель – Е. А. Сопов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

Электронный репетитор по векторной алгебре предназначен для обеспечения самостоятельной работы студентов и содержит краткое изложение теории, примеры решения задач и задания для самостоятельной работы, состоящие из задач с ответами, а также тесты для контроля знаний.

Ключевые слова: электронный репетитор, векторная алгебра, студент, примеры, тесты.

DIE ENTWICKLUNG VON E-LEARNING AUF VEKTORALGEBRA

I. V. Podolsky
Betreuer – E. A. Sopov

Sibirische Staatsuniversität für Luft- und Raumfahrttechnik
namens Akademiemitglied M. F. Reschetnjew, Russland, Krasnojarsk

Elektronische Tutor Vektoralgebra ist für selbstständige Arbeit der Schüler vorbereitet und gibt einen Überblick über die Theorie, Beispiele für Problemlösung und Aufgaben für die selbstständige Arbeit. Es werden auch die Aufgabelösungen sowie Tests zur Wissenskontrolle angeboten.

Schlagworte: E-Tutor, Vektoralgebra, Schüler, Beispiele, Tests.

Das Problem der mathematischen Vorbereitung der Studenten wird nun aktuell, weil es sich eine aktive Einführung von mathematischen Methoden in verschiedenen Bereichen der menschlichen Tätigkeit vollzieht [1]. Wir sprechen über eine schlechte Qualität der mathematischen Ausbildung wegen der Schwierigkeit der Beherrschung abstrakter mathematischer Informationen [2]. Das Material ist in der Regel auf Papier präsentiert, ist auch statisch und schlecht sichtbar. Auf solche Weise ist es schwer die hohe abstrakte Mathematik zu begreifen. Es ist nicht immer möglich in der Stunde das neue Material sofort zu lernen, weil die Hochschulausbildung schwach individualisiert ist und ernsthafte Selbststudium des Lehrstoffes erfordert [3]. Es gibt methodische Unterstützung der Mathematikursen, aber sie spiegelt sowohl die Informationsart des Lernprozesses als auch persönliche Eigenschaften der Wahrnehmung nicht wider [4].

In dieser Hinsicht ist sehr wichtig und aktuell die Entwicklung von Instrumenten und Methoden des Mathematikunterrichtes anhand Informations- und Kommunikationstechnologien, unter Berücksichtigung des informativen Charakter des Lernprozesses [5].

Das Ziel dieser Arbeit ist es, das E-Learningprogramm zu schaffen, das elektronisches Lehrbuch und Tests zur Selbstkontrolle zu linearen Algebra mit dreidimensionalem Text enthalten soll.

Die Hypothese der Forschung besteht darin, dass die wahrgenommene Niveau der mathematischen Information von den Studenten der nicht physikalischen und mathematischen Studiengänge höher wird, nur wenn das mathematische Lehrstoff in der Form eines elektronischen Textes angeboten wird [6].

Um die ausgewählte Ziel wie folgt zu erreichen muss man solche Aufgaben lösen wie:

1. Merkmale der Wahrnehmung der mathematischen Informationen zu identifizieren;
2. die Struktur des elektronischen Lehrbuches zur linearen Algebra zu entwickeln;
3. Tests und Aufgaben zum Lehrstoff zusammenzustellen.

Wie bekannt gibt es folgende Informationskanäle der Wahrnehmung: visuelle, digitale und kinästhetische:

Alle Leute werden nach der Wahrnehmungsart der Information in vier Gruppen unterteilt. Schlechte Qualität der Schüler ihr Wissen in der Mathematik auf die Schwierigkeit zu meistern abstrakten

mathematischen Informationen [7]. Das Material ist in der Regel auf Papier präsentiert, statisch, schlecht sichtbar, so dass es schwierig ist, wegen der hohen abstrakten Mathematik begreifen. Im Klassenzimmer Arbeit ist nicht immer möglich, das Material zu lernen, wie ein College-Ausbildung schwach individualisiert und erfordert ernsthafte Selbststudienmaterial.

Wurde von der elektronischen Struktur der Vektoralgebra Lehrer entwickelt. Tests haben für Vektorrechnung entwickelt, mit praktischen und theoretischen Aufgaben im Lehrbuch vorgestellt relevantes Material.

Nach der Entwicklung von E-Learning auf Vektoralgebra auch eine Anleitung, wie man es verwenden, entwickelt.

Tests sind ebenfalls bequem zu bedienen, sie nicht einfach mal das Niveau der Schüler ihr Wissen, sondern auch ein Lern wegen der Tipps.

Quellenverzeichnis

1. Ильин В. А., Позняк Э. Г. Векторная алгебра. М., 2002. 320 с.
2. Демидова А. Н., Тонких И. К. Теория и практика решения текстовых задач. М. : Просвещение, 2003. 214 с.
3. URL: http://www.academiaxxi.ru/Meth_Papers/AO_recom_t.htm (дата обращения: 07.04.2015).
4. URL: <http://bib.convdocs.org/v10856/?download=1#4> (дата обращения: 07.04.2015).
5. URL: <http://www.chitalnya.ru/work/476997/> (дата обращения: 07.04.2015).
6. URL: http://www.unn.ru/nelin_mir/files/mihaylova.doc (дата обращения: 07.04.2015).
7. URL: <http://www.sunhome.ru/magic/52842> (дата обращения: 07.04.2015).

© Подольский И. В., 2015

УДК 519.87

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ТИПА РАДАРНЫХ СИГНАЛОВ, ВОЗВРАЩАЕМЫХ ОТ ИОНОСФЕРЫ

Я. С. Полонская
Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yanapolonskaya1413@yandex.ru

Рассматривается решение задачи классификации радарных сигналов с использованием системы RapidMiner. Проводится сравнение эффективности методов классификации и выявляются наиболее эффективные из них.

Ключевые слова: ионосфера, радарные сигналы, классификация, нейронная сеть, метод опорных векторов, метод k-ближайших соседей, метод деревьев решений, индукция правил.

DATA MINING TECHNIQUES EFFECTIVENESS IN RECOGNIZING THE TYPE OF RADAR SIGNALS RETURNED FROM THE IONOSPHERE

Y. S. Polonskaya
Scientific supervisor – E. S. Semenkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yanapolonskaya1413@yandex.ru

The paper considers the classification of radar signals using RapidMiner system. The comparison of the classification methods effectiveness is conducted and selection of the best one among them is fulfilled.

Keywords: ionosphere, radar signals, classification, neural net, support vector machine, k-nearest neighbors, decision tree, rule induction.

Целью теоретических исследований ионосферы является детальное описание ее основных свойств и процессов, в ней протекающих. Решение этой проблемы позволит повысить надёжность работы навигационных систем дальней радиосвязи, обеспечения полётов космических аппаратов и т. д.

Основной причиной, определяющей интерес к изучению ионосферы Земли, является свойство ионосферы влиять на распространение радиоволн. Изучение этого влияния обусловлено растущими требованиями к качеству связи посредством ионосферных радиоканалов, точности позиционирования в системах спутниковой радионавигации, работе радиолокационных систем. Основным фактором, осложняющим учет влияния ионосферы на распространение радиоволн – это наличие в ионосфере неоднородностей и возмущений различной природы, в том числе и антропогенных, а также различных нестационарных процессов.

Задача, решаемая в данной работе, состоит в классификации высокочастотных радарных сигналов, возвращаемых из ионосферы.

Исходные данные, используемые в этом исследовании, были собраны радаром, управляемым университетом Джона Хопкинса (прикладная лаборатория физики). Данный радар работает в частотах от 8 до 20 МГц и состоит из 16 управляемых антенн. Для исследования были выбраны данные, зарегистрированные в 1986–1987 гг., когда у радара была более низкая выходная мощность, приводящая к несколько более зашумленным сигналам, что особенно подходит для демонстрации возможностей классификаторов [1-3]. База данных, используемая в данной работе, содержит 351 экземпляр и 34 атрибута.

Для проведения исследований были использованы следующие методы классификации: искусственные нейронные сети (ANN, [4]), метод опорных векторов (SVM, [5]), метод *k*-ближайших соседей (*k*-NN, [6]), метод деревьев решений (DT, [7]), индукция правил (RI, [8]). Для сравнения данных методов классификации использовалась система RapidMiner [9].

С помощью оператора *T*-Test проведено сравнение используемых методов, чтобы увидеть, имеется ли между ними статистически значимое различие. Данный оператор используется для сравнения производительности векторов, выполняя *t*-тест Стьюдента для определения вероятности нулевой гипотезы, то есть гипотезы о несущественном различии случайных величин.

Эффективность каждого метода (усредненная по 10 экспериментам доля правильно классифицированных событий и ее разброс), полученная описанным способом в ходе численных экспериментов с системой RapidMiner, а также результаты *t*-test представлены в таблице.

Эффективность различных методов в классификации сигналов радара

	ANN 0.909 +/- 0.043	DT 0.929 +/- 0.046	SVM 0.864 +/- 0.055	<i>k</i> -NN 0.869 +/- 0.044	RI 0.889 +/- 0.059
ANN		0.345	0.065	0.065	0.401
DT			0.011	0.009	0.133
SVM				0.809	0.349
<i>k</i> -NN					0.420

Полученные результаты показывают, что на данной задаче большинство методов демонстрируют примерно одинаковую эффективность с небольшим различием, зачастую статистически незначимым. Поэтому можно утверждать, что методы интеллектуального анализа данных, реализованные в пакете RapidMiner, не позволяют построить достаточно эффективные системы распознавания типов сигналов радара (ошибка до 8 %), т. е. необходимо их модифицировать или даже разрабатывать и реализовывать более мощные интеллектуальные технологии анализа данных. Наиболее перспективным направлением в этой связи является разработка технологий автоматизированного проектирования классификаторов на нечеткой логике [10; 11], искусственных нейронных сетей [12; 13], а также других методов анализа данных, с применением самонастраивающихся адаптивных алгоритмов оптимизации и моделирования [14; 15] для выбора их эффективных структур и настройки параметров. Кроме того, перспективными являются также подходы автоматического формирования коллективов интеллектуальных информационных технологий [16; 17].

Библиографические ссылки

1. Ionosphere Data Set [Электронный ресурс]. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Ionosphere> (дата обращения: 15.01.2015).
2. Neural networks for automated classification of ionospheric irregularities in HF radar backscattered signals / S. Wing, R. A. Greenwald, C.-I. Meng, V. G. Sigillito, and L. V. Hutton // Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA.
3. Ionosphere Data Set Description [Электронный ресурс]. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/ionosphere/ionosphere.names> (дата обращения: 15.01.2015).
4. Haykin S. S. et al. Neural networks and learning machines. Upper Saddle River : Pearson Education, 2009. Т. 3.
5. Suykens J. A. K., Vandewalle J. Least squares support vector machine classifiers // Neural processing letters. 1999. Т. 9. №. 3. P. 293–300.
6. Soft *k*-nearest-neighbour classifiers / Bermejo, S. Cabestany, J. Adaptive // Pattern Recognition. 2000. Vol. 33. P. 1999–2005.
7. Quinlan J. R. Generating production rules from decision trees. In McDermott, John. Proceedings of the Tenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-87). Milan, Italy. 1987. P. 304–307.
8. Cohen W. W. Fast effective rule induction // Proceedings of the twelfth international conference on machine learning. 1995. С. 115–123.
9. RapidMiner [Электронный ресурс]. URL: <https://rapidminer.com/> (дата обращения: 15.01.2015).

10. Semenkin, E., Stanovov, V. Fuzzy Rule Bases Automated Design with Self-configuring Evolutionary Algorithm // Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), 11th International Conference on. INSTICC, 2014. Vol. 1. P. 318–323.
11. Stanovov V., Semenkin E. Self-adjusted evolutionary algorithms based approach for automated design of fuzzy logic systems // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4 (50). С. 148–152.
12. Brester K., Semenkin E. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4 (50). С. 99–103.
13. Akhmedova Sh., Semenkin E. Co-operation of Biology Related Algorithms meta-heuristic in ANN-based classifiers design // Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation 2014. P. 867–872.
14. Ахмедова Ш. А., Семенкин Е. С. Новый коллективный метод оптимизации на основе кооперации бионических алгоритмов // Вестник СибГАУ. 2013. № 4(50). С. 92–99.
15. Семенкин Е. С., Семенкина М. Е. Применение генетического алгоритма с модифицированным оператором равномерной рекомбинации при автоматизированном формировании интеллектуальных информационных технологий // Вестник СибГАУ. 2007. № 3. С. 27–33.
16. Семенкин Е. С., Шабалов А. А., Ефимов С. Н. Автоматизированное проектирование коллективов интеллектуальных информационных технологий методом генетического программирования // Вестник СибГАУ. 2011. № 3. С. 77–81.
17. Semenkina M., Semenkin E. Classifier ensembles integration with self-configuring genetic programming algorithm // Lecture Notes in Computer Science. 2013. Т. 7824 LNCS. С. 60–69.

© Полонская Я. С., 2015

УДК 004.021

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ³

А. С. Полякова

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: polyakova_nasty@mail.ru

Одной из основных задач в электроэнергетике является прогнозирование будущих значений электропотребления, краткосрочное прогнозирование свободной цены на электроэнергию и ее себестоимости. В данной работе рассматривается решение задачи краткосрочного прогнозирования цены на электроэнергию, и потребления в Сибирском Федеральном округе с помощью различных методов интеллектуального анализа данных с предварительным отбором информативных признаков с помощью самоконфигурируемого генетического алгоритма. В качестве методов ИАД рассматриваются искусственные нейронные сети (ANN), линейная регрессия (LR), метод опорных векторов (SVM) и алгоритм k-ближайших соседей (k – NN).

Ключевые слова: прогнозирование временных рядов, отбор информативных признаков, искусственные нейронные сети, линейная регрессия, метод опорных векторов, алгоритм k-ближайших соседей.

ON EFFICIENCY OF DATA MINING TECHNIQUES FOR SOLVING FORECASTING PROBLEMS

A. S. Polyakova

Scientific supervisor – E. S. Semenkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: polyakova_nasty@mail.ru

One of the main tasks in the power industry is forecasting future values of power consumption, short-term forecasting free-of-control price of electricity and its cost. In this paper various data mining techniques with pre-selection of informative features by using self-configuring genetic algorithms (SelfCGA) for solving the problem of short-term forecasting of electricity prices and power consumption in Siberian Federal district are described. The following methods of data mining are considered: artificial neural network (ANN), linear regression (LR), support vector machine (SVM) and k-nearest neighbor algorithm (k – NN).

Keywords: time series forecasting, feature selection, artificial neural networks, linear regression, support vector machine, k-nearest neighbor algorithm.

Энергетическая отрасль имеет двухуровневый рынок – оптовый и розничный. Оптовый рынок – сфера обращения двух товаров – электроэнергии и мощности, которые рассматриваются как два самостоятельных объекта. Мощность, как товар, представляет собой обязательство поддержания в состоянии готовности генерирующего оборудования для удовлетворения потребности данного потребителя в электроэнергии [1].

Для участников рынка необходимым условием нормальной работы является обеспечение краткосрочного прогнозирования почасового электропотребления (спроса), и краткосрочного прогнозирования равновесной цены «рынка на сутки вперед» (РСВ), так как спрос и цена являются важными компонентами для энергетического планирования, разработки стратегий и рекомендаций политики в области энергетики [2].

³ Работа выполнена в рамках проекта RFMEFI57414X0037.

В настоящее время действует важнейший принцип формирования надежной и эффективной работы Единой энергетической системы – обеспечение системного баланса производства и потребления электрической энергии. Планирование ожидаемого электропотребления является первоочередной задачей при управлении режимами работы электроэнергетических систем и энергокомпаний. Почасовые объемы «количества», указываемые в заявках на покупку, отражают величины желаемого спроса участников рынка. Процесс формирования прогноза планового почасового потребления является весьма непростой задачей, так как электропотребление представляет собой нестационарный случайный процесс, зависящий от различного рода факторов [3].

Сложность прогнозирования цен РСВ состоит в том, что расчетная модель рынка, которая определяет эти цены, часто меняется в ходе становления целевой модели оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Стоит отметить, что модель ценообразования для Российской Федерации существенно отличается от ценообразования на европейских рынках EEX (European Energy Exchange) и Nord Pool, а потому модели прогнозирования рыночных цен, разработанные для данных рынков, неприемлемы на отечественном ОРЭМ.

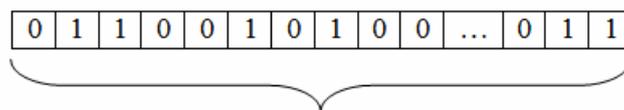
Почасовые графики цен оптового рынка РСВ представляют собой сложный процесс, зависящий также от большого количества факторов: величины спроса на электроэнергию, качества подаваемых планов субъектами, времени года и резких изменений погодных условий, аварий в энергосистеме, внеплановых переключений и других факторов.

В данной работе краткосрочное прогнозирование электропотребления и цены производилось посредством различных методов интеллектуального анализа данных: искусственные нейронные сети [4], линейная регрессия [5], метод опорных векторов [6] и алгоритм *k*-ближайших соседей [7]. Нейронная сеть настраивалась генетическим алгоритмом [8].

База данных включает в себя энергетические показатели на примере реальных почасовых показателей РСВ оптового рынка СФО, взятых за период с 2009 по 2015 годы [9–11]. Количество исследуемых данных показателей каждого параметра равно количеству часов в каждом году: 8760 – в 2009–2011 и 2013–2015 годах, и 8784 – в 2012 году, так как год был високосным.

В качестве энергетических показателей использовалась следующая информация: значения равновесной цены РСВ (при прогнозировании потребления), цена мощности покупаемой на рынке, тариф на передачу, сбытовые надбавки, плановые и фактические значения генерации и потребления электроэнергии (при прогнозировании цены), температура окружающего воздуха энергетических систем, параметры работы ГЭС СФО и другие.

Следующим этапом был проведен предварительный отбор информативных признаков с помощью SelfCGA [12]. Кодирование хромосомы представлено на рисунке, где 0 – признак не используется, 1 – признак используется, длина хромосомы равна количеству признаков.



Кодирование хромосомы (SelfCGA)

Для тестирования SelfCGA использовались следующие настройки: размер поколений – 100, размер популяции – 100, количество прогонов – 100, 5 типов селекций (пропорциональная, ранговая, турнирная с размерами турнира 3, 6, 9), 4 типа скрещивания (одноточечное, двухточечное, равномерное, равномерное по популяции), 3 типа мутации (слабая, средняя, сильная).

Критерием качества в задаче прогнозирования использовалась средняя абсолютная ошибка (САО). Если она равна нулю, то мы имеем совершенный прогноз. Результаты прогноза цены и потребления на электроэнергию на 24 часа вперед представлены в таблице.

Результаты краткосрочного прогнозирования на 24 часа вперед

Средняя абсолютная ошибка	Отбор признаков	Алгоритм			
		SVM, %	ANN, %	LR, %	<i>k</i> -NN, %
Цена	–	2,91	3,32	8,686	9,28
	+	2,623	2,273	7,74	6,542
Потребление	–	7,45	6,87	11,31	8,74
	+	5,22	3,62	9,0	6,29

В рамках данного исследования лучшие результаты показали алгоритмы SVM и ANN. После отбора информативных признаков лучший результат всегда показывал алгоритм ANN. Точность прогнозирования потребления электроэнергии ниже по сравнению с прогнозированием цены, так как количество параметров, используемых в выборке больше. Предварительный отбор признаков способствовал увеличению точности прогнозирования энергетических показателей.

Одним из дальнейших перспективных направлений развития можно считать применение коллективов автоматически сформированных нейронных сетей, настраиваемых с помощью SelfCGA. Это позволит получить более точный прогноз по сравнению с другими методами.

Библиографические ссылки

1. Оптовый рынок [Электронный ресурс]. URL: <http://encosts.ru/optoviy-rynok/> (дата обращения: 18.03.2015).
2. Subhes C. Bhattacharyya, Govinda R. Timilsina Energy Demand Models for Policy Formulation. A Comparative Study of Energy Demand Models, Policy Research Working Paper, March 2009.
3. Дзюба А. П. Прогнозирование и учет показателей среды оптового рынка в процессе формирования прогнозных графиков электропотребления // Молодой ученый. 2013. № 8. С. 180–188.
4. Haykin S. S. et al. Neural networks and learning machines. Upper Saddle River : Pearson Education, 2009. Т. 3.
5. Pedhazur, Elazar J. Multiple regression in behavioral research: Explanation and prediction. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1982.
6. Cortes C., Vapnik V. N. Support-Vector Networks. Machine Learning, 1995. 20.
7. Nigsch F., Bender A., van Buuren B., Tissen J., Nigsch E., Mitchell J. B. Melting point prediction employing k-nearest neighbor algorithms and genetic parameter optimization // Journal of Chemical Information and Modeling. 2006. № 46(6). P. 2412–2422.
8. Полякова А. С., Семенкин Е. С. О настройке нейронных сетей при помощи генетического алгоритма // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 297–298.
9. ОАО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии и мощности» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atsenergo.ru/> (дата обращения: 09.02.2015).
10. ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.so-ups.ru/> (дата обращения: 09.02.2015).
11. ОАО «РусГидро» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rushydro.ru/> (дата обращения: 09.02.2015).
12. Semenkin E., Semenkina M. Self-configuring genetic algorithm with modified uniform crossover operator, Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 7331 LNCS (PART 1). 2012. P. 414–421.

© Полякова А. С., 2015

УДК 519.7

ПРОБЛЕМА ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ КОСМИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

А. Д. Попов
Научный руководитель – А. А. Ступина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: cope12@mail.ru

Представлена проблема разработки программ дополнительных отбраковочных испытаний изделий микроэлектроники.

Космическая отрасль, классификация, дефекты, надежность, отбраковка, зависимость.

PROBLEM OF ELECTRONIC COMPONENTS BASE TEST FOR SPACE APPLICATION

A. D. Popov
Scientific supervisor – A. A. Stupina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: cope12@mail.ru

Problem of developing of additional culled test programs of microelectronics products is presented.

Space industry, classification, defects, reliability, rejection, relationship.

В России отсутствуют специализированные производства электрорадиоизделий (ЭРИ) для космической отрасли, а требования к качеству ЭРИ выше, чем к высшей из выпускаемой категории качества «ОС».

Главное отличие в требованиях к ЭРИ состоит в необходимости обеспечения длительной непрерывной работоспособности в течение 10–15 лет активного существования космического аппарата (КА). Поэтому до установки ЭРИ в аппаратуру необходимо организовать процедуру классификации конкретных партий ЭРИ на соответствие повышенным требованиям. А учитывая, что в партиях, поступающих к изготовителю аппаратуры, всегда содержатся ЭРИ с дефектами (потенциально ненадежные), на стадии входного контроля необходимо выявить эти ЭРИ и не допустить к установке в аппаратуру.

Стоимость выявления дефектного ЭРИ на различных стадиях изготовления космического аппарата (КА) и эксплуатации возрастает на порядок от стадии к стадии. Известно, что наиболее эффективным методом предотвращения отказов аппаратуры являются дополнительные отбраковочные испытания (ДОИ) и разрушающий физический анализ (РФА) [1]. Суть метода состоит в том, что потенциально ненадежные ЭРИ выявляются до их отказа.

В настоящее время общепринятыми считаются два направления повышения надёжности выпускаемых ЭРИ [2]:

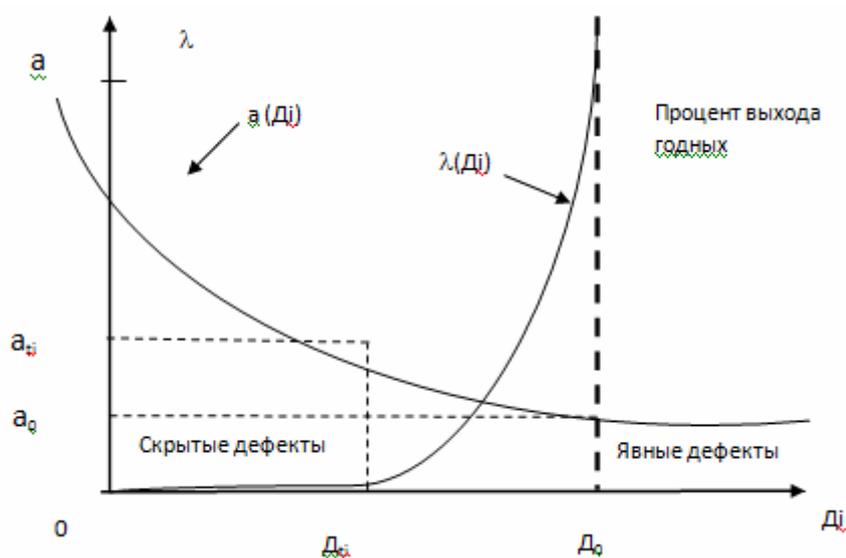
- устранение причин отказов за счёт совершенствования конструкции и технологии изготовления, то есть воздействия на процесс производства посредством обратной связи (передачи информации), и создание бездефектной технологии;
- выявление и удаление изделий с отказами (действительными и потенциальными) из готовой партии до поставки потребителю.

Оба варианта обычно не реализуются, так как слаба обратная связь потребитель – изготовитель, а также то, что поставки осуществляются строго в соответствии с техническими условиями. Поэтому используется третий вариант: выявление и удаление изделий с отказами (действительными и потенциальными) из готовой партии на входном контроле у потребителя ЭРИ.

Очевидно, что при прогнозировании работоспособности ЭРИ практически невозможно учесть реальный разброс времени наработки до отказа, связанный с разбросом электрофизических параметров ЭРИ и наличием в их структуре различных дефектов и неоднородностей. Поэтому даже при оптимистических результатах прогноза необходимым условием является научно-обоснованный выбор и введение дополнительных методов отбраковочных испытаний. И, в первую очередь, эффективных методов диагностирования до установки ЭРИ в бортовую аппаратуру (БА). Физические и методологические основы применения методов диагностирования известны [3; 4].

Применительно к КА и другой высоконадежной аппаратуре важно быть уверенным в отсутствии дефектных (потенциально ненадежных) ЭРИ в выборке, предназначенной для установки в аппаратуру.

В технологическом процессе изготовления ЭРИ предусмотрен производственный контроль качества, предназначенный для выявления явных дефектов, характеризующих процент выхода годных изделий, и скрытых дефектов, характеризующих надежность выпускаемых ЭРИ. Если рассматривать отказ как результат развития во времени дефекта, характеризуемого размером D_i , то суть сказанного можно проиллюстрировать графиком (см. рисунок), на котором дана зависимость плотности дефектов (a) от их величины (D).



Зависимость плотности дефектов от их величины

Дефекты величиной $D_i \geq D_0$ (где D_0 – критический размер дефекта, нарушающий работоспособность) приводят к браку или отказу и называются «явными». Дефекты величиной $D_i < D_0$ обнаруживаются лишь в процессе эксплуатации и называются «скрытыми». Природа генерируемых технологическим процессом явных и скрытых дефектов одна и та же, а разброс начальных размеров дефектов D_i от 0 до ∞ и определяет на практике уровень брака при изготовлении и разброс характеристик надежности однотипных изделий в одинаковых условиях эксплуатации. Пусть D_i – некоторая условная величина дефекта, при которой его развитие не достигает в течение времени t_i эксплуатации критического размера D_0 . Тогда изделия с дефектами $D_{ii} < D_i < D_0$ образуют группу потенциально ненадежных изделий с точки зрения заданных требований по надежности. На рисунке показана кривая интенсивности отказов интегральных схем (ИС) $\lambda(D_i)$ в зависимости от величины скрытых дефектов. Нарастающий характер кривой $\lambda(D_i)$ в диапазоне $D_{ii} < D_i < D_0$ и определяет так называемую проблему «ранних» отказов в эксплуатации.

Основными предпосылками разработки программ дополнительных отбраковочных испытаний изделий микроэлектроники являются:

- обеспечение требуемого уровня качества и надежности;
- выявление номенклатуры потенциальных дефектов, генерируемых технологическим процессом;
- установление эксплуатационных факторов, стимулирующих развитие дефектов и приводящих к отказам.

А необходимый уровень качества и надежности ЭРИ определяется на этапе оценки вероятности безотказной работы аппаратуры и может быть использован для разработки программы дополнительных отбраковочных испытаний (ДОИ).

Принципиально задача отбраковки потенциально ненадежных ЭРИ может решаться двумя путями:

- испытанием в форсированных режимах до развития отказа потенциально ненадежных ЭРИ;
- диагностическим неразрушающим контролем (ДНК).

Библиографические ссылки

1. Федосов В. В., Патраев В. Е. Повышение надежности радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов при применении электрорадиоизделий, прошедших дополнительные отбраковочные испытания в специализированных испытательных технических центрах // Авиакосмическое приборостроение. 2006. № 10. С. 50–55.

2. Горлов М., Ануфриев Л., Строгонов А. Отбраковочные технологические испытания как средство повышения надежности партий ИС. ChipNews. 2001. № 5.

3. РД 11 0682–89. Микросхемы интегральные. Методы неразрушающего контроля диагностических параметров. Введ. с 01.01.1990. 77 с.

4. РД В 22.32.119–89. Руководящий документ : метод. пособие по выбору и использованию методов и средств электрофизического диагностирования электрорадиоизделий. В/ч 67947. 1989. 210 с.

© Попов А. Д., 2015

УДК 519.87

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ СТЕКЛА ПО ЕГО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

А. В. Скороход
Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: SkorokhodAV@yandex.ru

Рассматривается решение задачи классификации типов осколков стекла методами интеллектуального анализа данных в платформе программной системы RapidMiner. Произведено сравнение эффективности использованных методов и установлены наиболее эффективные из них.

Ключевые слова: тип стекла, классификация, дерево решений, нейронная сеть, метод k -ближайших соседей, индукция правил, дискриминантный анализ.

DATA MINING TECHNIQUES EFFECTIVENESS IN GLASS IDENTIFICATION

A. V. Skorokhod
Scientific supervisor – E. S. Semenin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: SkorokhodAV@yandex.ru

The glass classification problem is solved using methods of data mining adopted from RapidMiner system. The performance of the used methods is compared and the most effective approaches are determined.

Keywords: type of glass, classification, decision tree, neural network, k -nearest neighbors algorithm, multilayer perceptron, discriminant analysis.

Классификация осколков стекла по типу их исходного использования является актуальной задачей в ситуациях расследования причин и последствий различных происшествий – правонарушений, преступлений, аварий, природных и техногенных разрушений и катастроф, когда очень важно восстановить картину произошедшего, учесть факторы, приведшие к происшествию. Для этого необходимо собрать всю возможную информацию. Решение задачи классификации фрагментов стекла по его химическому составу поможет предоставить информацию о типе осколков стекла, что, возможно, прольет свет на картину произошедшего.

Данная задача решалась составителями базы данных в области криминалистики [1]. Осколки, полученные с места преступления, являются вещественными доказательствами и определение их принадлежности крайне важно для следствия. Исходная база данных содержит 214 образцов с девятью атрибутами: показатель преломления стекла и показатели содержания натрия, магния, алюминия, кремния, калия, кальция, бария, железа. Классы стекла, к которым могут быть отнесены осколки: оконное стекло 1, оконное стекло 2, окно автомобиля 1, окно автомобиля 2, контейнер, посуда, стекло фар.

Авторы используемой базы данных В. German и V. Spiehler для решения данной задачи использовали методы индукция правил (RI, [1]), k -ближайших соседей (k -NN, [2]), и дискриминантный анализ (LDA, [3]). В данной работе кроме этих методов были использованы также нейронная сеть (ANN, [4]) и деревья решений (DT, [5]). Все методы реализованы в программной системе RapidMiner [6], которая и использовалась при проведении численных экспериментов. Структура базы данных приводилась к виду, обеспечивающему минимальную логическую избыточность, при помощи оператора нормализации. Для обучения каждой технологии системы был использован метод перекрестной проверки (Cross Validation, [6]). С помощью оператора T -test по t -критерию Стьюдента была провере-

на гипотеза о различии средних для двух выборок для данных векторов производительности использованных методов.

Эффективность каждого метода (усредненная по 10 экспериментам доля правильно классифицированных событий и ее разброс), полученная описанным способом в ходе численных экспериментов с системой RapidMiner, а также результаты *t*-test представлены в таблице.

Эффективность методов анализ данных при классификации стекла

	ANN 0,696+/-0,073	<i>k</i> -NN 0,719+/-0,084	DT 0,607+/-0,053	RI 0,649+/-0,044	LDA 0,581+/-0,156
ANN		0,522	0,006	0,442	0,055
<i>k</i> -NN			0,002	0,037	0,026
DT				0,076	0,625
RI					0,098

Значения в таблице, меньшие, чем 0,050, выделенные жирным шрифтом, указывают на статистическую значимость различий между фактическими средними значениями.

Из таблицы видно, что лучшую точность классификации демонстрирует метод *k*-ближайших соседей, сопоставимый с ним результат показывает нейронная сеть, а остальные методы работают хуже и это различие статистически значимо.

Из таблицы следует также, что методы интеллектуального анализа данных, реализованные в пакете RapidMiner, не позволяют построить достаточно эффективные системы классификации стекол (даже лучший метод дает почти 30 % ошибки), т. е. необходимо разрабатывать и реализовывать более мощные интеллектуальные технологии анализа данных. Анализ научной литературы показывает, что перспективным направлением в этой связи является разработка технологий автоматизированного проектирования классификаторов на нечеткой логике [8–10] и искусственных нейронных сетей [11; 12], а также других методов анализа данных с применением для выбора их эффективных структур и настройки параметров самонастраивающихся адаптивных алгоритмов оптимизации и моделирования [13–15]. Еще одним перспективным направлением является автоматизация проектирования коллективов технологий интеллектуального анализа данных [16; 17].

Библиографические ссылки

1. Evett Ian W., Spiehler E. J. Rule Induction in Forensic Science // KBS in Government. 1987. P. 107–118.
2. Angiulli F. Fast nearest neighbor condensation for large data sets classification, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. 2007. Vol. 19, no. 11. P. 1450–1464, Nov.
3. Sparse Discriminant Analysis / Line Clemmensen, Trevor Hastie, Daniela Witten and Bjarne Ersboll // Technometrics. 2011. Vol. 53, no. 4. P. 406–413.
4. Горбань А. Н. Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей // Сибирский журнал вычислительной математики. 1998. Т. 1, № 1. С. 12–24.
5. Yuan Y., Shaw M. J. Induction of fuzzy decision trees. Fuzzy Sets and Systems 69. 1995. P. 125–139.
6. RapidMiner [Электронный ресурс]. URL: <https://rapidminer.com/> (дата обращения: 21.12.2014).
7. Shao J. Linear Model Selection by Cross-validation // Journal of the American Statistical Association. 1993. Vol. 88. P. 486–494.
8. Semenkin E., Stanovov V. Fuzzy Rule Bases Automated Design with Self-configuring Evolutionary Algorithm // Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), 11th International Conference on. INSTICC, 2014. Vol. 1. P. 318–323.
9. Stanovov V., Semenkin E. Self-adjusted evolutionary algorithms based approach for automated design of fuzzy logic systems // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4 (50). С. 148–152.
10. Semenkina M., Semenkin E. Hybrid self-configuring evolutionary algorithm for automated design of fuzzy classifier // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2014. Vol. 8794. P. 310–317.
11. Brester K., Semenkin E. Development of adaptive genetic algorithms for neural network models multicriteria design // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 4 (50). С. 99–103.

12. Akhmedova Sh., Semenkin E. Co-operation of Biology Related Algorithms meta-heuristic in ANN-based classifiers design // Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation. 2014. P. 867–872.

13. Ахмедова Ш. А., Семенкин Е. С. Новый коллективный метод оптимизации на основе кооперации бионических алгоритмов // Вестник СибГАУ. 2013. № 4(50). С. 92–99.

14. Семенкин Е. С., Семенкина М. Е. Применение генетического алгоритма с модифицированным оператором равномерной рекомбинации при автоматизированном формировании интеллектуальных информационных технологий // Вестник СибГАУ. 2007. № 3. С. 27–33.

15. Semenkin E. S., Semenkina M. E. Self-configuring Genetic Algorithm with Modified Uniform Crossover Operator // Advances in Swarm Intelligence. Lecture Notes in Computer Science 7331. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012. P. 414–421.

16. Семенкин Е. С., Шабалов А. А., Ефимов С. Н. Автоматизированное проектирование коллективов интеллектуальных информационных технологий методом генетического программирования // Вестник СибГАУ. 2011. № 3. С. 77–81.

17. Semenkina M., Semenkin E. Classifier ensembles integration with self-configuring genetic programming algorithm // Lecture Notes in Computer Science. 2013. T. 7824 LNCS. С. 60–69.

© Скороход А. В., 2015

УДК 517.9

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРА С ВЫРОЖДЕННЫМ ЯДРОМ

О. В. Солодова

Научный руководитель – Т. К. Юлдашев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: tursunbay@rambler.ru, tema_bulov@mail.ru

Рассмотрены вопросы однозначной разрешимости нелинейных интегральных уравнений Вольтерра с вырожденными ядрами. Метод вырожденного ядра развит для случая интегральных уравнений Вольтерра. Использован метод последовательных приближений в сочетании его с методом сжимающих отображений.

Ключевые слова: нелинейное интегральное уравнение, уравнение Вольтерра, вырожденное ядро, алгебраическая система уравнений, однозначная разрешимость.

VOLTERRA INTEGRAL EQUATIONS WITH DEGENERATE KERNEL

O. V. Solodova

Scientific supervisor – T. K. Yuldashev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: tursunbay@rambler.ru, tema_bulov@mail.ru

It is considered the questions of one value solvability of the nonlinear Volterra integral equations with degenerate kernels. The method of degenerate kernel is developed to the case of Volterra integral equations. It is used the method of successive approximations combined it with the method of compressing maps.

Keywords: nonlinear integral equation, Volterra equation, degenerate kernel, system of algebraic equations, one valued solvability.

Интегральные уравнения Вольтерра находят широкое применение в задачах математической физики, механики сплошной среды, электродинамики, астрономии, экологии, сейсмологии и т. д. (см., напр., [1–3]).

Сначала рассмотрим интегральное уравнение Вольтерра с простым вырожденным ядром

$$u(t) + \int_0^t K(t,s)u(s)ds = f(t,u(t)), \quad (1)$$

где $K(t,s) \in C(D_T \times D_T)$; $K(t,s) = a(t) \cdot b(s) > 0$; $f(t,u(t)) \in C(D_T \times U)$; U – замкнутое ограниченное множество на числовой оси; $D_T \equiv [0; T]$.

Примем обозначение

$$\vartheta(t) = \int_0^t b(s)u(s)ds. \quad (2)$$

Тогда уравнение (1) принимает вид

$$u(t) = -a(t)\vartheta(t) + f(t,u(t)). \quad (3)$$

Подставляя (3) в (2), имеем

$$\vartheta(t) + \int_0^t a(s)b(s)\vartheta(s)ds = \int_0^t b(s)f(s,u(s))ds. \quad (4)$$

Дифференцируя (4), получаем следующее дифференциальное уравнение

$$\vartheta'(t) + a(t)b(t)\vartheta(t) = b(t)f(t, u(t)). \tag{5}$$

Для решения дифференциального уравнения (5) из (2) получим следующее начальное условие $\vartheta(0) = 0$. Решение этой задачи Коши имеет вид

$$\vartheta(t) = \int_0^t b(s) \exp \left\{ - \int_s^t K(\theta, \theta) d\theta \right\} f(s, u(s)) ds. \tag{6}$$

Подставляя (6) в (3) окончательно имеем

$$u(t) = f(t, u(t)) - \int_0^t K(t, s) \exp \left\{ - \int_s^t K(\theta, \theta) d\theta \right\} f(s, u(s)) ds.$$

Теорема 1. Пусть выполняются следующие условия: $f(t, u) \in Bnd(M) \cap Lip(L)$, $0 < M, L = \text{const}$; $\rho = L(1 + \Delta_1) < 1$, $\Delta_1 = \max_{t \in D_T} \int_0^t K(t, s) \exp \left\{ - \int_s^t K(\theta, \theta) d\theta \right\} ds$. Тогда интегральное уравнение (1) имеет единственное решение на отрезке D_T .

Теперь рассмотрим интегральное уравнение Вольтерра с общим видом вырожденного ядра

$$u(t) + \lambda \int_0^t K(t, s) u(s) ds = f(t, u(t)), \tag{7}$$

где $K(t, s) \in C(D_T \times D_T)$; $K(t, s) = \sum_{i=1}^n a_i(t) \cdot b_i(s) > 0$; $f(t, u(t)) \in C(D_T \times U)$; U – замкнутое ограниченное множество на числовой оси; λ – параметр; $D_T \equiv [0; T]$.

Примем обозначение

$$\vartheta_i(t) = \int_0^t b_i(s) u(s) ds, \quad i = \overline{1, n}. \tag{8}$$

Тогда уравнение (7) принимает вид

$$u(t) = -\lambda \sum_{i=1}^n a_i(t) \cdot \vartheta_i(t) + f(t, u(t)). \tag{9}$$

Подставляя (9) в (8), получаем систему интегрально-алгебраических уравнений

$$\vartheta_i(t) + \lambda \int_0^t b_i(s) \sum_{j=1}^n a_j(s) \vartheta_j(s) ds = \int_0^t b_i(s) f(s, u(s)) ds, \quad i = \overline{1, n}. \tag{10}$$

Дифференцируя (10), получаем следующую систему дифференциально-алгебраических уравнений

$$\vartheta_i'(t) + \lambda \sum_{j=1}^n A_{ij}(t) \vartheta_j(t) = B_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \tag{11}$$

где $A_{ij}(t) = a_j(t)b_i(t)$, $B_i(t) = b_i(t)f(t, u(t))$.

Пусть выполняется условие

$$\vartheta_i'(t) = \omega \vartheta_i(t), \quad 0 < \omega = \text{const}, \quad i = \overline{1, n}. \tag{12}$$

Для решения дифференциального уравнения (12) из (8) получим следующее начальное условие $\vartheta_i(0) = 0$. Уравнение (12) при этом нулевом начальном условии имеет только тривиальное решение $\vartheta(t) = 0$. Подставляя (12) в (11), имеем систему алгебраических уравнений

$$\vartheta_i(t) + \frac{\lambda}{\omega} \sum_{j=1}^n A_{ij}(t) \vartheta_j(t) = \frac{1}{\omega} B_i(t), \quad i = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Система алгебраических уравнений (13) однозначно разрешима при любых конечных $B_i(t)$, если выполняется следующее условие

$$\Delta(\lambda, t) = \begin{vmatrix} 1 + \frac{\lambda}{\omega} A_{11}(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{12}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{1n}(t) \\ \frac{\lambda}{\omega} A_{21}(t) & 1 + \frac{\lambda}{\omega} A_{22}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{2n}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\lambda}{\omega} A_{n1}(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{n2}(t) & \dots & 1 + \frac{\lambda}{\omega} A_{nn}(t) \end{vmatrix} \neq 0. \quad (14)$$

Рассмотрим регулярные значения λ , при которых выполняется условие (14). Тогда решения системы алгебраических уравнений (13) записываются в виде

$$\vartheta_i(t) = \Delta_i(\lambda, t) (\Delta(\lambda, t))^{-1}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (15)$$

$$\text{где } \Delta_i(\lambda, t) = \begin{vmatrix} 1 + \frac{\lambda}{\omega} A_{11}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{1(i-1)}(t) & \frac{1}{\omega} B_1(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{1(i+1)}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{1n}(t) \\ \frac{\lambda}{\omega} A_{21}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{2(i-1)}(t) & \frac{1}{\omega} B_2(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{2(i+1)}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{2n}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\lambda}{\omega} A_{n1}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{n(i-1)}(t) & \frac{1}{\omega} B_n(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{n(i+1)}(t) & \dots & 1 + \frac{\lambda}{\omega} A_{nn}(t) \end{vmatrix}.$$

Подставляя (15) в (9), имеем

$$u(t) = f(t, u(t)) - \lambda \sum_{i=1}^n a_i(t) \cdot \Delta_i(\lambda, t) (\Delta(\lambda, t))^{-1}. \quad (16)$$

Поскольку $B_i(t) = b_i(t) \cdot f(t, u(t))$, используя известное свойство определителя $\Delta_i(\lambda, t)$, имеем

$$\Delta_i(\lambda, t) = \bar{\Delta}_i(\lambda, t) \cdot f(t, u(t)),$$

$$\text{где } \bar{\Delta}_i(\lambda, t) = \begin{vmatrix} 1 + \frac{\lambda}{\omega} A_{11}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{1(i-1)}(t) & \frac{1}{\omega} b_1(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{1(i+1)}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{1n}(t) \\ \frac{\lambda}{\omega} A_{21}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{2(i-1)}(t) & \frac{1}{\omega} b_2(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{2(i+1)}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{2n}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\lambda}{\omega} A_{n1}(t) & \dots & \frac{\lambda}{\omega} A_{n(i-1)}(t) & \frac{1}{\omega} b_n(t) & \frac{\lambda}{\omega} A_{n(i+1)}(t) & \dots & 1 + \frac{\lambda}{\omega} A_{nn}(t) \end{vmatrix}.$$

Тогда формулу (16) можно переписать в следующем виде

$$u(t) = \delta(t) \cdot f(t, u(t)),$$

$$\text{где } \delta(t) = 1 - \lambda \sum_{i=1}^n a_i(t) \cdot \bar{\Delta}_i(\lambda, t) (\Delta(\lambda, t))^{-1}.$$

Теорема 2. Пусть выполняются условия (12), (14) и $f(t, u) \in \text{Bnd}(M) \cap \text{Lip}(L)$, $0 < M, L = \text{const}$; $\rho = L \cdot \Delta_2 < 1$, $\Delta_2 = \max\{|\delta(t)| : t \in D_T\}$. Тогда интегральное уравнение (8) имеет единственное решение на отрезке D_T .

Библиографические ссылки

1. Бухгейм А. Ч. Операторные уравнения Вольтерра в шкалах банаховых пространств // Докл. АН СССР. 1978. Т. 242. № 2. С. 272–275.
2. Бухгейм А. Ч. Уравнения Вольтерра и обратные задачи. Новосибирск : Наука, 1983. 207 с.
3. Гохберг И., Крейн М. Г. Теория вольтерровых операторов в гильбертовом пространстве и ее приложения. М. : Наука, 1967. 508 с.

© Солодова О. В., 2015

УДК 66.012

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА DEA ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е. В. Туева, О. О. Смирнов, О. П. Крючкова
Научный руководитель – П. В. Зеленков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tueva@sibsau.ru

Модификация метода DEA, отличительной особенностью которой является учет дополнительных факторов для выходов модели при анализе и определении сравнительной эффективности предприятий. Новая модификация, применимая для перерабатывающих производств, позволяет оценивать комплексы предприятий, находящиеся на разных территориях, учитывая дифференциацию в сырьевом обеспечении, и дифференциацию в применении технологий переработки и получения продукта. Это позволило обоснованно судить о показателе эффективности.

Ключевые слова: модификация метода DEA, перерабатывающие предприятия, показатель эффективности.

MODIFICATION OF THE DEA METHOD FOR EVALUATING THE PROCESSING ENTERPRISES

E. V. Tueva, O. O. Smirnov, O. P. Kruchkova
Scientific supervisor – P. V. Zelenkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tueva@sibsau.ru

Modification of the DEA method, the distinctive feature of which is the consideration of additional factors for the outputs of the model when analyzing and determining the comparative efficiency of companies. The new modification that is applicable to processing facilities, allows us to estimate the complexes of the enterprises, located in different areas, given the differences in resource provision, and differentiation in the application of technologies for processing and receipt of the product. This enabled rightly to judge the performance indicator.

Keywords: modification of the DEA method, processing enterprise, performance.

Метод DEA разработан достаточно давно, поэтому существует огромное разнообразие модификаций данного метода во многих областях технических исследований, включая социально-экономические системы, медицинские науки, применения в построении физико-математических моделей, предложенных А. В. Лычевым и М. М. Сафиным. А также метод является основой для построения многомерной классификации сложных систем различного назначения.

В СибГАУ, также ведутся работы по применению концепции DEA в разных сферах деятельности [1–5].

Требования к модификации DEA, необходимые для применения ее при оценке производств переработки:

- модификация метода должна позволять оценивать производства в независимости от их территориального расположения, то есть учитывать отличающийся состав сырья;
- модификация метода должна учитывать технологические различия предприятий при внедрении на них технологий, повышающих сортность продукции (глубину переработки).

Опишем наиболее встречающиеся модификации DEA. Такими являются стандартные модели с постоянным и переменным эффектом масштаба соответственно CRS и VRS (Constant Return to Scale, Variable Return to Scale). Переменный эффект масштаба подразумевает оценку показателя

эффективности объектов, имеющих разные по масштабу мощности для производства или отличающиеся масштабами производства в отличие от постоянного эффекта масштаба. Таким образом, можно сравнивать заводы, выпускающие одни и те же товары, но отличающиеся, например количеством цехов, или производственных площадей. Это влечет за собой несоизмеримое потребление сырья и других ресурсов производства, но и аналогично больший выпуск продукции. При этом нельзя сказать, что один завод, выпуская больше продукции, работает эффективнее, так как у завода, имеющего меньшее потребление, может быть оптимальная переработка имеющихся ресурсов в полезные товары с минимальными отходами.

Некоторые наработки позволяют определять степень влияния каждого входа или выхода на эффективность объекта в целом (группы объектов), с целью учитывать акценты при определении эффективности [6].

Другие модификации, такие как BCC, FGL, СТТ и прочие имеют свою область применения, в основном для оценки банков, ритейловых сетей, учебных заведений, госпиталей. Такие модификации как DEA–BSC разработаны для оценки портфелей проектов при многокритериальном анализе.

В рассмотренных модификациях не учитываются факторы, имеющие существенное влияние при оценке технической эффективности перерабатывающих предприятий. Обозначенные там же требования к модификации DEA-метода определяют факторы, которые должны быть отражены в новой модификации. Выделим эти факторы:

- фактор, учитывающий расположение предприятий на разных территориях с особенностями используемого сырья;
- фактор, учитывающий применяемые при производстве технологии, способствующие выпуску продукции более высокого качества.

В качестве целевой оценки эффективности в работе выбрана так называемая техническая эффективность, которая предполагает максимизацию выпуска продукции при неизменных затратах ресурсов. Техническая эффективность в отличие от эффективности распределения, экономической и других, определяет типы факторов, влияющие на эффективность, связанную с выпуском:

- качество и особенности сырья, используемого для переработки;
- организация технологий производства;
- ускорение научно-технического прогресса;
- специфика производства и отрасли;
- управление издержками;
- обновление производственных фондов
- другие.

Модифицируя модель DEA, необходимо выбирать комплексные коэффициенты, учитывающие как большинство особенностей перерабатывающих предприятий, так и наиболее значимые факторы влияния. При этом зависимость влияния некоторых факторов на эффективность предприятий является трудно оцениваемой в количественном выражении.

Библиографические ссылки

1. Хасанов Е. Р., Зеленков П. В., Бахмарева К. К., Смирнов О. О. Система анализа эффективности деятельности предприятий социальной сферы // *Путь науки*. 2015. № 1(11). С. 48–49.
2. Хасанов Е. Р., Смирнов О. О., Бахмарева К. К., Зеленков П. В. К вопросу анализа эффективности деятельности предприятий ЖКХ // *Международ. науч.-исслед. журн.* 2014. № 7-1(26). С. 60.
3. Хасанов Е. Р., Зеленков П. В., Смирнов О. О. Баланс социальной и экономической эффективности в анализе деятельности предприятий ЖКХ // *Потенциал современной науки*. 2014. № 4. С. 30–32.
4. Хасанов Е. Р., Зеленков П. В. Информационные технологии в оценке эффективности деятельности предприятий // *Информационно-телекоммуникационные системы и технологии : материалы Всерос. молодежной конф. (ИТСиТ-2012)*. Кемерово, 2012. С. 82.
5. Гончарова И. С., Ковалев И. В. Повышение эффективности метода DEA за счет предварительного анализа параметров предприятия // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2011. Т. 1. № 7. С. 313–314.
6. Ковалев Д. И. Туева Е. В. Клименко А. В. Анализ организационно-технологических комплексов предприятий на основе аналитического метода оценки эффективности сложных систем // *Международ. журн. прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 8-2. С. 159–162.

УДК 004.93

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА *

Д. В. Федотов

Научный руководитель – Е. С. Семенкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: fedotov.dm.v@gmail.com

В настоящее время определение персональных характеристик людей является актуальной задачей машинного обучения. Данная информация может использоваться в системах безопасности, маркетинговых исследованиях и других областях. Рассматриваются два подхода к решению данной задачи: сверточные нейронные сети и метод опорных векторов, которые требуют различной предобработки исходных данных.

Ключевые слова: компьютерное зрение, распознавание образов, машинное обучение, определение возраста, сверточные нейронные сети, метод опорных векторов.

USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR SOLVING PROBLEM OF AUTOMATED AGE ESTIMATION

D. V. Fedotov

Scientific supervisor – E. S. Semenkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: fedotov.dm.v@gmail.com

Nowadays the identification of human personal characteristics is an important machine-learning problem. This information can be used in security systems, market research and other fields. Two methods of solving this problem are considered: convolutional neural networks and support vector machine. These methods require different preprocessing procedures.

Keywords: computer vision, pattern recognition, machine learning, age estimation, convolutional neural networks, support vector machine.

Извлечение информации о клиентах является ключевой исследовательской задачей в области бизнеса. Чем больше информации компании получают, тем более информативные решения они могут сделать и, соответственно, улучшить экономические показатели. В данной работе рассмотрены методы оценки возраста человека по фотографии. Эта проблема не получила должного внимания в научной литературе, частично из-за того, что она считается менее важной, чем другие задачи в данной области, частично – потому что она является довольно сложной по следующим причинам:

1. С возрастом люди подвергаются различным изменениям, поэтому не существует общей методологии определения возраста человека исключительно по лицу.
2. Изображение лица человека, которое подается на вход алгоритма, должно быть чистым и стандартизированным, что не всегда возможно.
3. Предобработка изображений и выбор атрибутов включают в себя такие операции, как выделение характерных черт людей, что является сложной задачей.

Данная работа предполагает два метода для преодоления вышеперечисленных трудностей. Первый метод включает в себя использование фильтров для предобработки данных и сверточные нейронные сети для классификации. Второй подход использует гистограмму изображения в качестве входа для метода опорных векторов.

* Работа выполнена в рамках проекта RFMEFI57414X0037.

Оценка возраста человека была рассмотрена ранее в нижеописанных работах. Например, Geng и др. [1] основывали свои исследование на идее возрастных изменений лица и предложили метод оценки возраста под названием AGES. Предобработка в AGES основывается на множестве ключевых точек на изображении лица. Выделение данных точек выполняется автоматически и алгоритм был описан в [2]. Кроме оценки возраста, алгоритм AGES может быть использован для распознавания лиц в разные периоды времени. Также, AGES может работать с изображением лиц в различных положениях и при различных условиях освещения. Более подробную информацию можно найти в [3; 4]. Kwon и др. [5] использует расширенное выявление ключевых точек, рассчитывает их соотношения и пытается выделить морщины. Это помогает в значительной степени сократить размерность входного объекта. Сначала находятся главные элементы человеческого лица, такие, как глаза, нос, рот и т. д. После этого рассчитываются соотношения расстояний между ними, чтобы отделить младенцев от остальных. Далее находятся и анализируются морщины, которые помогают отделить молодых людей от зрелых. Еще один подход, предложенный Ubaid и др. [6], представляет собой нормализацию перед выделением ключевых точек. Это позволяет использовать текстурные изменения кожи для определения возраста. После нормализации происходит выделение ключевых точек. Для выделения щек используется преобразование Хафа. Его целью является поиск несовершенных объектов путем голосования. Для предсказания возраста используется метод полиномиальной регрессии.

Сверточные нейронные сети, использованные в данной работе, подробно описаны в [7] и [8]. Сверточная нейронная сеть является одним из вариантов многослойного перцептрона, идея для которого была заимствована из биологии. Она имитирует поведение наиболее мощной зрительной системы – визуального кортекса. Сверточные нейронные сети имеют иерархическую архитектуру. Они состоят из нескольких слоев совокупностей нейронов, которые отвечают за небольшую часть изображения. Совокупности нейронов перемещаются по изображению, охватывая его целиком. Большинство сверточных нейронных сетей включают в себя слои локального или максимального объединения (слои субдискретизации), которые упрощают и объединяют выходы соседних нейронов. Сверточные нейронные сети часто используются в системах распознавания изображений.

База данных, использованная в работе, предоставлена Техасским университетом и находится в свободном доступе [9]. Целью работы является создание системы автоматического определения возраста человека. Данная задача может быть рассмотрена с двух сторон: в качестве задачи классификации, в которой имеется конечное число классов и в качестве задачи регрессии, в которой требуется предсказать точное значение возраста.

Основываясь на стандартной методологии, процесс решения задач анализа данных включает в себя шаги предобработки данных (преобразование «сырых» данных в форму, приемлемую для дальнейшего анализа) и применения алгоритма. Методы, рассмотренные в данной работе, отличаются в применении на обоих шагах, описанных выше.

Предобработка данных для сверточных нейронных сетей включает в себя:

1. Нахождение лица на изображении
2. Выделение изображения лица
3. Приведение изображения к черно-белому виду для уменьшения размерности пикселей с 3 до 1.
4. Приведение изображений к одинаковому разрешению
5. Применение различных фильтров к изображениям для выделения очертаний лица и его характерных черт (например, морщин).

Первые три шага предобработки изображения для метода опорных векторов совпадают с шагами, описанными выше. После этого применяется оператор локальных бинарных шаблонов и выделяется гистограмма изображения, которая служит входом для метода опорных векторов (универсальный метод для решения задач классификации и регрессии [10]).

Было проведено сравнение результатов, полученных с помощью сверточной нейронной сети и метода опорных векторов. Сверточная нейронная сеть с тремя возрастными группами на выходе была взята за основу сравнения. Метод опорных векторов показал результат в 69 % точности классификации. Сверточная нейронная сеть – 78 %.

В рамках данного исследования, сверточная нейронная сеть обеспечила лучшие результаты. Для повышения качества классификации может быть использовано предварительное выделение пола и расы, так как данные параметры влияют на возрастные изменения. Таким образом, предварительная классификация может существенно помочь в повышении качества классификации. Одним из перспективных направлений развития можно считать применение генетических алгоритмов для настройки нейронной сети [11], в частности самоконфигурируемого генетического алгоритма SelfCGA

[12], применение которого позволит повысить качество классификации и исключить необходимость в эксперте при работе с данной системой.

Библиографические ссылки

1. Geng X., Zhou Z.-H., Smith-Miles K. Automatic age estimation based on facial aging patterns, IEEE Trans. On PAMI. 2007. № 29(12). P. 2234–2240,
2. Duta N., Jain A. K., Dubuisson-Jolly M.-P. Automatic Construction of 2D Shape Models // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2001. № 23(5). P. 433–446.
3. Gross R., Matthews I., Baker S. Eigen Light-Fields and Face Recognition Across Pose // Proc. Fifth IEEE Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition. 2002. P. 3–9.
4. Zhou S. K., Chellappa R. Illuminating Light Field: Image-Based Face Recognition Across Illuminations and Poses”, Proc. Sixth IEEE Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition. 2004. P. 229–234.
5. Young H. Kwon, Niels da Vitoria Lobo Age classification from facial images, Computer Vision and Image Understanding, 1999. № 74(1).
6. Sithu Ubaid, Dr. Shyama Das, Imthiyas M. P. Human age prediction and classification using facial image // International Journal on Computer Science and Engineering. 2013. 5(05).
7. Bishop C. M. Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford University Press, 1995.
8. Patrice Y. Simard, Dave Steinkraus, John C. Platt Best Practices for Convolutional Neural Networks Applied to Visual Document Analysis, Microsoft Research.
9. Face Database | Park Aging Mind Lab | Center for Vital Longevity | University of Texas at Dallas. [Электронный ресурс]. URL: <http://agingmind.utdallas.edu/facedb> (дата обращения: 20.02.2015).
10. Cortes C., Vapnik V. N. Support-Vector Networks. Machine Learning. 1995. № 20.
11. Федотов Д. В., Семенкин Е. С. О прогнозировании экономических показателей с помощью нейроэволюционных моделей // Вестник СибГАУ. Вып. 5(57). 2014. С. 284–290.
12. Semenkin, E., Semenkina, M. Self-configuring genetic algorithm with modified uniform crossover operator, Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 7331 LNCS (Part 1). 2012. P. 414–421.

© Федотов Д. В., 2015

УДК 004.942

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ КОХОНЕНА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ
WEB-СТРАНИЦ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОЙ СИСТЕМОЙ САЙТОВ**

К. А. Андреева¹, Р. С. Шайдунов²
Научный руководитель – Е. П. Моргунов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ¹ksuandreeva93@gmail.com, ²rostislavshaidurov93@gmail.com

Представлена реализация программного модуля информационно-поисковой системы сайтов, способного классифицировать web-страницы согласно их содержанию. Модуль основывается на самоорганизующихся картах Кохонена. Основной целью работы явилась оценка преимуществ и недостатков реализации нейронных сетей Кохонена в информационно-поисковой системе.

Ключевые слова: информационно-поисковая система, поисковый робот, нейронная сеть Кохонена, релевантность, самоорганизующиеся карты, Евклидово расстояние, кластеризация, классификация, контент.

**APPLICATION OF A KOHONEN NEURAL NETWORK FOR WEB PAGES
CLASSIFICATION BY THE INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM**

К. А. Andreeva¹, R. S. Shaydurov²
Scientific supervisor – E. P. Morgunov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ¹ksuandreeva93@gmail.com, ²rostislavshaidurov93@gmail.com

This article describes the implementation of a software module that is able to organize vast document collections according to textual similarities. It is based on the self-organizing map (SOM) algorithm. The main goal of the work has been to evaluate advantages and disadvantages of Kohonen's neural network implementation in the search engine of information retrieval system.

Keywords: information retrieval system, search engine, Kohonen's neural network, relevance, self-organized maps, Euclidean distance, clustering, classification, content.

Одним из наиболее прогрессивных и всеохватывающих научных направлений на сегодняшний день является развитие и усовершенствование интернет-технологий, что вызывает постоянный рост числа пользователей Всемирной сети. Однако из-за этого возникает проблема релевантности в информационном поиске, а именно – существующие поисковые системы (Google, Яндекс, Mail.ru, Yahoo! и т. д.) не всегда релевантно удовлетворяют пользовательские запросы. Одним из возможных путей решения данной проблемы является усовершенствование работы поискового робота интеллектуальными методами, а именно – нейронными сетями.

В настоящей работе ставится задача изучения пригодности методов, алгоритмов и теорий построения нейронных сетей Кохонена для реализации программного модуля информационно-поисковой системы, классифицирующего индексированные веб-страницы по их содержанию (контенту).

Нейронную сеть Кохонена также называют самоорганизующимися картами Кохонена, выполняющими обобщение предъявляемой информации на основе способа обучения «без учителя» (самоорганизации). Данный вид нейронных сетей более эффективен для применения в информационном

поиске именно благодаря способу своего обучения, так как достаточно проблематично сформировать всеохватывающие обучающие примеры для нейронной сети, обучающейся «с учителем», чтобы дать ей знания о всевозможных научных областях. Гораздо более удобно и менее трудозатратно использовать нейронную сеть, которая «сама себя» учит.

Объекты, которыми оперирует проектируемый программный модуль, – это тексты, части документов или веб-страниц, т. е. некоторые фрагменты текстов. Каждый из документов должен быть представлен в виде вектора терминов, понятного нейронной сети. Чтобы выделить множество терминов документа, необходимо провести его некоторую «чистку» (убрать цифровые символы, знаки пунктуации, «стоп-слова» – слова общей лексики, предлоги, союзы, частицы). Таким образом, отбрасываются слова, которые не должны влиять на результаты поиска, и остаются термины, непосредственно влияющие на отнесение документа в какую-либо категорию. Каждый термин – это один из признаков документа, а совокупность этих признаков является вектором (образом) всего документа [2].

Сеть Кохонена состоит из одного слоя нейронов. Число входов каждого нейрона равно размерности входного образа. Количество нейронов определяется той степенью подробности, с которой требуется выполнить кластеризацию (классификацию) набора документов. При достаточном количестве нейронов и удачных параметрах обучения сеть Кохонена может не только выделить основные группы образов, но и установить структуру полученных кластеров. При этом близким входным образам будут соответствовать близкие карты нейронной активности [1].

Обучение нейронной сети начинается с инициализации весов нейронов путем задания небольших случайных значений или же на основе обучающей выборки. После чего с помощью специальной функции рассчитывается выход каждого нейрона, и определяется нейрон-победитель, имеющий меньшее расстояние до вектора входа и относящий образ данного документа к некоторой категории.

Для вычисления расстояния каждого нейрона до вектора входа используется формула нахождения Евклидова расстояния:

$$\text{dist}(x, w) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - w_i)^2},$$

где $x_i - i$ – элемент входного вектора X , $w_i - i$ – вес нейрона-победителя W . В качестве победителя берется нейрон с минимальным Евклидовым расстоянием.

На текущем шаге обучения t происходит модификация весов нейронов из окрестности нейрона-победителя W :

$$w_i^{t+1} = w_i^t + a(t) \cdot h_{ci}(t) \cdot (x_i - w_i^t),$$

где $a(t)$ – темп обучения нейронной сети $[0...1]$, который уменьшается с течением времени; $h_{ci}(t)$ – функция соседства нейронов. Первоначально в окрестности $h_{ci}(t)$ любого из нейронов находятся все нейроны сети, в последствии эта окрестность сужается. В конце этапа обучения подстраиваются только веса самого ближайшего нейрона. Образы обучающей выборки предъявляются сети последовательно, и каждый раз происходит подстройка весов.

Данная упрощенная модель нейронной сети была реализована в информационно-поисковой системе в виде модуля для поискового робота, который по содержанию исходного текста относит его к какой-либо категории.

По результатам проделанной работы было выявлено, что нейронная сеть Кохонена может иметь свое применение в информационном поиске благодаря своей самоорганизации, простоте и быстрой работе. Однако для ее успешного применения необходимо решить следующие задачи:

- сформировать адекватный и содержательный образ документа, так как непосредственно от него зависит удовлетворительность получаемых результатов;
- включить в работу сети механизм, присваивающий некоторую категорию тому или иному кластеру, если множество классов заранее неизвестно.

Библиографические ссылки

1. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты. 3-е изд. Шпрингер : Берлин, 2001. 432 с.
2. Кохонен Т. Самоорганизация больших коллекций документов. Карты Кохонена. Эльзевир, 1999. 574 с.
3. Маннинг К. Д., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск : пер. с англ. М. : Вильямс, 2011. 528 с.

УДК 004.62

РЕАЛИЗАЦИЯ СПРАВОЧНОГО ОНЛАЙН-СЕРВИСА СЛУЖБЫ ЗАКАЗА ТАКСИ

А. С. Баженов
Научный руководитель – А. Г. Зотин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: slonikk123456@mail.ru

Рассматриваются аспекты реализации справочного онлайн сервиса службы заказа такси. Предложена схема функционирования справочного онлайн-сервиса. Показан выбор языка web-программирования PHP, реляционной базы данных MySQL и API геоинформационной системы. Представлены типовые правила отбора таксомоторного предприятия в зависимости от заданного маршрута.

Ключевые слова: справочный онлайн-сервис службы заказа такси, API ГИС, такси.

DEVELOPMENT OF ONLINE REFERENCE SERVICE TAXI SERVICE

A. S. Bazhenov
Scientific supervisor – A. G. Zotin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: slonikk123456@mail.ru

The aspects of implementation of online taxi reference service are considered. Shows a diagram of the functioning of the online reference service. Shows the language selection web programming PHP, MySQL relational database API and geographic information systems. Presents the model selection rules taxi company depending on a given route.

Keywords: reference online service service taxi, taxi, API geographic information systems.

В связи с увеличением количества таксомоторных предприятий, рядовому пользователю становится все сложнее ориентироваться в предоставляемых услугах и действующих акциях различных предприятий. В связи с этим целесообразна разработка системы, которая позволит пользователю подобрать оптимальный вариант, соответствующий предъявляемым пользователем параметрам как через web-сайт, так и через мобильное приложение.

При вызове такси большинство потребителей ориентируются на такие основные параметры как: время ожидания такси; стоимость километра пути. При этом немаловажным фактором является класс предоставляемых автомобилей, а также наличие акций и скидок.

Ряд таксомоторных предприятий имеют собственные сайты, но в большинстве случаев информация на них предоставляется в виде «Визитки», реже встречаются полные сведения о предоставляемых услугах. Многие предприятия могут по телефону сообщить приблизительную стоимость планируемой поездки, но при этом в большинстве случаев на сайте отсутствует возможность самостоятельно рассчитать приблизительную стоимость поездки, указав маршрут и выбрав дополнительные услуги.

В предполагаемом справочном онлайн-сервисе, на основе проанализированной информации, предоставляемой таксомоторными предприятиями, было решено использовать в качестве основных критериев для формирования списка рекомендаций по заказу такси следующие параметры:

- время ожидания перевозчика;
- стоимость вызова и километр движения;
- класс предоставляемых автомобилей;
- информация по грузоперевозкам и сопутствующим услугам;
- действие и наличие подходящих акций.

Поскольку в разрабатываемом сервисе предполагается расчет приблизительной стоимости перевозки на основе указанных пунктов отправления и назначения (при помощи карты, либо введенных в специальную форму), предполагается задействовать API ГИС системы. API ГИС систем [3] позволяет создать интерактивную карту на web-странице, отображать на карте различные объекты, а также определять координаты геообъектов по их названиям и названия по координатам. С помощью API ГИС систем предоставляется возможность прокладывания автомобильных маршрутов. Маршрут между начальным и конечным пунктом вычисляется автоматически, при этом можно задать произвольное количество точек останова и транзитных точек маршрута [3]. API ГИС системы помимо построения маршрута, может производить расчет его протяженности, необходимой для расчета приблизительной стоимости перевозки.

С учетом того, что для использования сервиса также предполагается мобильное приложение, то в общем виде схему организации работы справочного онлайн-сервиса службы заказа такси можно представить в следующем виде (см. рисунок).

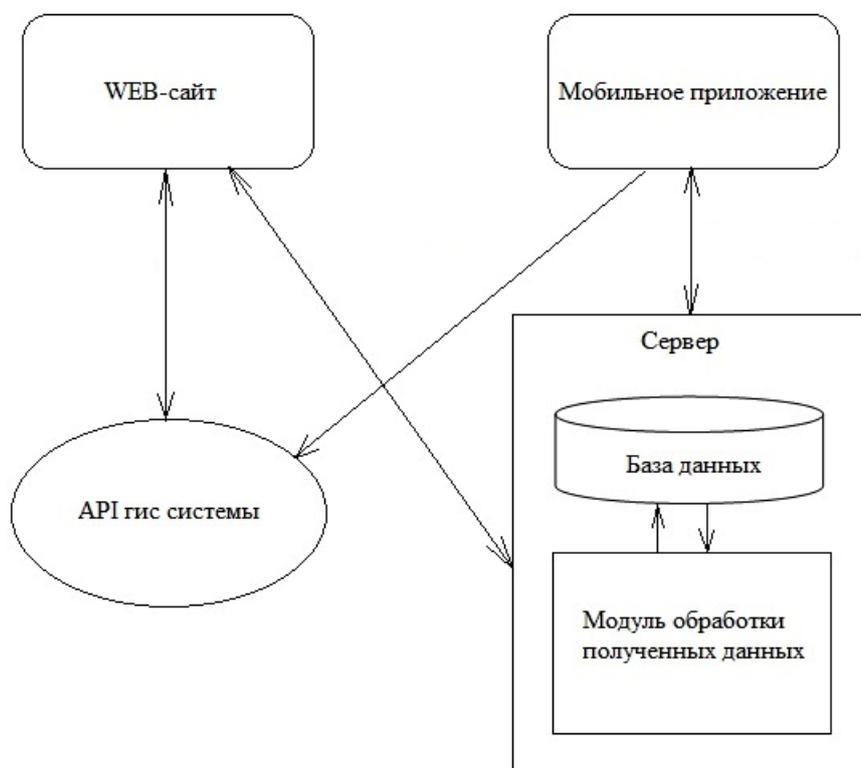


Схема функционирования справочного онлайн-сервиса службы заказа такси

Как видно из схемы web-сайт и мобильное приложение, используя интернет соединение, подключаются к модулю API ГИС системы, в который передаются данные пункта отправления и пункта назначения в виде координат. На основе этих данных модуль API ГИС системы производит прокладывание маршрута и расчет его длины. Получив данные о длине маршрута, находящийся на сервере модуль обработки данных производит подбор наиболее подходящих пользователю таксомоторных предприятий. Подбор происходит с учетом выбранных пользователем основных и дополнительных параметров. Весь подбор осуществляется с использованием хранимых процедур, в которых реализуется на основе правил, выбор таксомоторных предприятий.

В качестве основной схемы выбора предприятий предоставляющего услуги легкового такси можно отметить следующее. Сначала выбираются те предприятия, у которых в минимальную сумму заказа включена рассчитанная протяженность маршрута. В случае если не находятся записи, удовлетворяющие условию, то происходит вычисление стоимости маршрута путем умножения длины маршрута на стоимость километра движения с последующим учетом стоимости посадки и дополнительных услуг. После того как были произведены все необходимые подсчеты, выбираются 5 предприятий с минимальной конечной стоимостью поездки и выводятся пользователю. Подбор грузового такси происходит несколько иначе, так как таксомоторные предприятия предоставляют грузовой автомо-

биль с почасовым расчетом, а не исходя из расчета стоимости километра пути как в легковом такси. Поэтому список из грузовых такси выводится с учетом необходимого времени пользования, которое предварительно оценивается на основании протяженности маршрута и средней скорости движения.

Поскольку разрабатываемый сервис предполагает функционирование в web-среде, то для того чтобы обеспечить наиболее полную совместимость с различными СУБД [1-2] было решено использовать язык web-программирования PHP [4]. PHP поддерживает взаимодействие с большим количеством различных систем управления базами данных: MySQL, MySQLi, SQLite, PostgreSQL, Oracle, MsSQL, Sybase и т. д. Для реализации базы данных в разрабатываемом сервисе была выбрана система управления базами данных MySQL [1–2], а в качестве модуля API ГИС системы решено использовать API Яндекс.Карт. По сравнению с другими API ГИС систем, API Яндекс.карт [3] обладает следующими преимуществами: наличие русскоязычной подробной документации; бесплатно распространяется; имеется возможность построение маршрута и расчет его протяженности; обладает хорошо детализированной картой Российской Федерации.

Благодаря использованию бесплатно распространяемых технологий можно разрабатывать сервисы, направленные на структуризацию большого количества разнообразной информации для последующей её обработки и выдачи рядовому пользователю только необходимой ему информации. Предложенное решение позволит пользователю с использованием различных мультимедийных устройств получить рекомендации по заказу такси и необходимые данные для оформления заказа, а также с учетом заложенных правил получить примерную стоимость заказа легкового такси и для грузового.

Библиографические ссылки

1. Гольцман В. MySQL 5.0 Библиотека программиста. СПб. : Питер, 2010. 253 с.
2. Кузин А. В., Левонисова С. В. Базы данных : учеб. пособие для студентов вузов. 5-е изд. СПб. : Академия, 2012. 320 с.
3. Документация по API Яндекс.Карт [Электронный ресурс]. URL: <https://tech.yandex.ru/maps/doc/jsapi/2.1/quick-start/tasks/quick-start-docpage/> (дата обращения: 17.04.2015).
4. Кузнецов М. В., Симдянов И. В. PHP. Практика создания web-сайтов. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : БХВ-Петербург, 2009. 1024 с.

© Баженов А. С., 2015

УДК 004.624

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОНЛАЙН АУДИО-КОНВЕРТЕРА

Д. А. Бастрикин

Научный руководитель – К. В. Богданов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: acrius@mail.ru

Представлен анализ области веб-приложений, занимающихся аудио-конвертированием. Рассмотрена структура существующих веб-приложений и проведен анализ их достоинств и недостатков. Приведено описание предлагаемого веб-приложения. Рассмотрены технологии для реализации предлагаемого веб-приложения, занимающегося аудио-конвертированием.

Ключевые слова: веб-приложение, HTML5, аудио-конвертирование, libmp3lame.js, ffmpeg_asm.js, webkitdirectory, file api, file system api.

DESIGNING OF ONLINE AUDIO CONVERTER

D. A. Batrikin

Scientific supervisor – K. V. Bogdanov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: acrius@mail.ru

The analysis of the field of web applications dealing with audio conversion. The structure of the existing Web applications and analyze their advantages and disadvantages. A description of the proposed web-based application. The technology for the implementation of the proposed web applications dealing with audio conversion.

Keywords: web-application, HTML5, audio conversion, libmp3lame.js, ffmpeg_asm.js, webkitdirectory, file api, file system api.

В настоящее время все больше разнообразного контента обрабатывается различными веб-сервисами. Связанно это с тем, что обычному пользователю гораздо удобнее передать свой контент какому-либо сервису, чем устанавливать для обработки программу на свой компьютер, а после, возможно, и настраивать её. Однако несмотря на удобства для пользователей, реализация определенных видов задач обработки контента на веб-сервисах является трудоёмкой. К таким задачам относятся и обработка аудио-данных. Одним из самых популярных направлений в обработке аудио-данных обычными пользователями является аудио-конвертирование [1].

Для проектирования приложения, занимающегося аудио-конвертированием, необходимо решить следующие задачи:

- Провести анализ области аудио-конвертирования.
- Спроектировать архитектуру приложения.
- Выбрать инструменты для разработки данного приложения.

На сегодняшний день существует около двух десятков функционирующих веб-приложений, занимающихся конвертированием аудиоданных, такие как online-audio-converter.com, online-convert.com, media.io, vocalremover.ru и т. д.

Так как реализация большинства алгоритмов конвертации является довольно трудоёмкой задачей, все эти приложения конвертируют аудиоданные на стороне сервера. Веб-клиент же используется только для взаимодействия с пользователем, передачи данных пользователя серверу и загрузки данных с сервера. Помимо этого, зачастую в веб клиенте используют сторонние плагины, такие как Adobe Flash Player. Помимо этого все веб-приложения для аудио-конвертирования не запоминают

иерархическую структуру данных, загруженную пользователем. Данный функционал является достаточно удобным для пользователя и реализован в большинстве десктопных аудио-конвертерах. Структура таких веб-приложений показана на рис. 1.

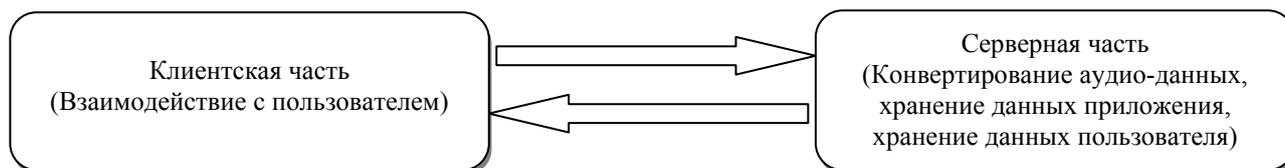


Рис. 1. Структура существующих веб приложений для конвертирования аудиоданных

Таким образом, можно сразу выделить достоинства и недостатки таких приложений.

Достоинства:

- не нуждаются в установке и настройке;
- не требовательны к аппаратным характеристикам клиента.

Недостатки:

- использование сторонних плагинов в клиентской части;
- передача пользовательского контента на сервер;
- нагрузка на сервер.

Такая структура является наиболее удобной для пользователя, если у него есть хороший интернет-канал, который и принимает на себя всю нагрузку при работе приложения со стороны пользователя.

Однако такая структура приложения приводит к дополнительным затратам разработчика на сервер и его поддержание. Несмотря на то, что клиентских частей множество, все основные функции приложения выполняются на сервере. При этом пользователей, обрабатывающих свой контент может быть значительное количество. Таким образом, приложения такого типа довольно требовательны к ресурсам сервера.

А ведь сейчас большинство даже портативных устройств обладают вычислительными способностями для решения отдельных задач обработки аудиоданных. Поэтому, для проектируемого приложения решено выбрать несколько иную структуру приложения.

Решено перенести функции аудио-конвертирования на сторону клиента. Таким образом, сервер будет отвечать только за хранение веб-приложения. Соответственно, в связи с этим возникают некоторые проблемы. Во-первых, это большая потребность такого рода приложения в оперативной памяти, при работе алгоритма конвертирования. Во-вторых, это потребность в месте для хранения уже обработанной информации. И в-третьих, это вынужденная загрузка библиотек при каждом перезапуске приложения.

Используя такую структуру, будет возможно использовать простой хостинг для хранения нашего приложения и избавиться от нагрузки интернет-канала пользовательским аудио-контентом.

Структура проектируемого приложения показана на рис. 2.

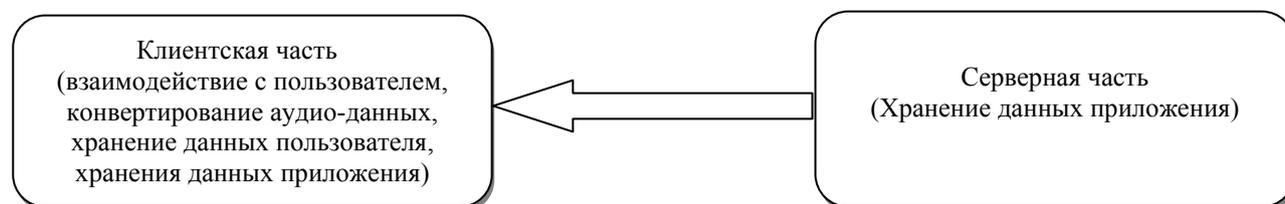


Рис. 2. Структура проектируемого веб приложения для конвертирования аудиоданных

Для реализации проектируемого веб-приложения, необходимо определиться с инструментами для его разработки.

Ещё до недавнего времени, пожалуй, единственным вариантом реализации такого приложения было использование сторонних плагинов, что приносило некий дискомфорт пользователю, вынуждая их устанавливать, либо просто не использовать данное приложение, если установка невозможна.

Однако, с развитием веб-технологий и широким внедрением стандарта HTML5, стало возможно разработать такое приложение и в родной для браузера среде. Появление таких web API, как FILE API, позволило портировать такие библиотеки для конвертирования аудио-данных, как libmp3lame и ffmpeg. Портами таких библиотек являются libmp3lame.min.js [2], для работы с mp3 кодеком lame, и ffmpeg-asm.js [3], для работы с кодеками ogg и mp4.

Таким образом, благодаря данным библиотекам, нам доступна реализация конвертирования в клиентской части веб-приложения. Структура модуля конвертирования аудиоданных представлена на рис. 3.

Однако проблемы, связанные с потребностью в оперативной памяти и месте для хранения, а также загрузке библиотек, при каждом запуске приложения, не исчезают. Эти проблемы поможет нам решить ещё одно web api – FILE SYSTEM API.

Благодаря данному api наше приложение способно иметь локальное хранилище файлов. Локальное хранилище даёт нам возможность организовать буферизацию, что позволит не загружать весь обрабатываемый файл в оперативную память, таким образом разгрузив её. Также оно позволит нам хранить на устройстве пользователя, как и уже обработанные аудиоданные, так и файлы самого приложения, устранив таким образом необходимость в загрузке библиотек при каждом запуске приложения. На рис. 3 продемонстрировано строение модуля для конвертирования аудиоданных.

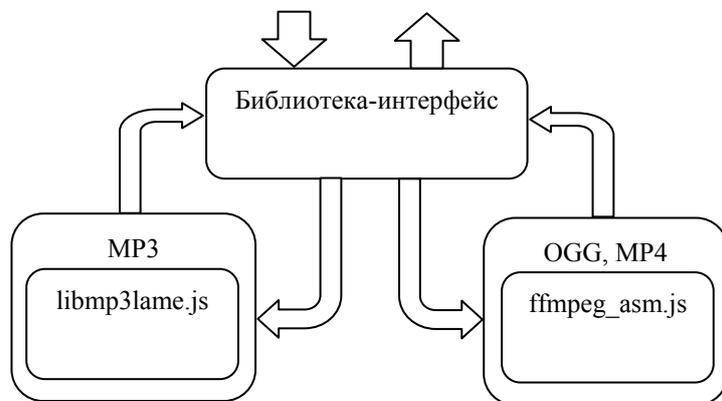


Рис. 3. Структура модуля конвертации приложения

Также, такой инструмент, как webkitdirectory, позволит нам сохранить иерархическую структуру обрабатываемых данных.

Таким образом, мы получим некое подобие десктопного приложения, но не нуждающегося в установке, и вообще в каких-либо действиях со стороны пользователя для его функционирования.

Структуру данного приложения можно увидеть на рис. 4.

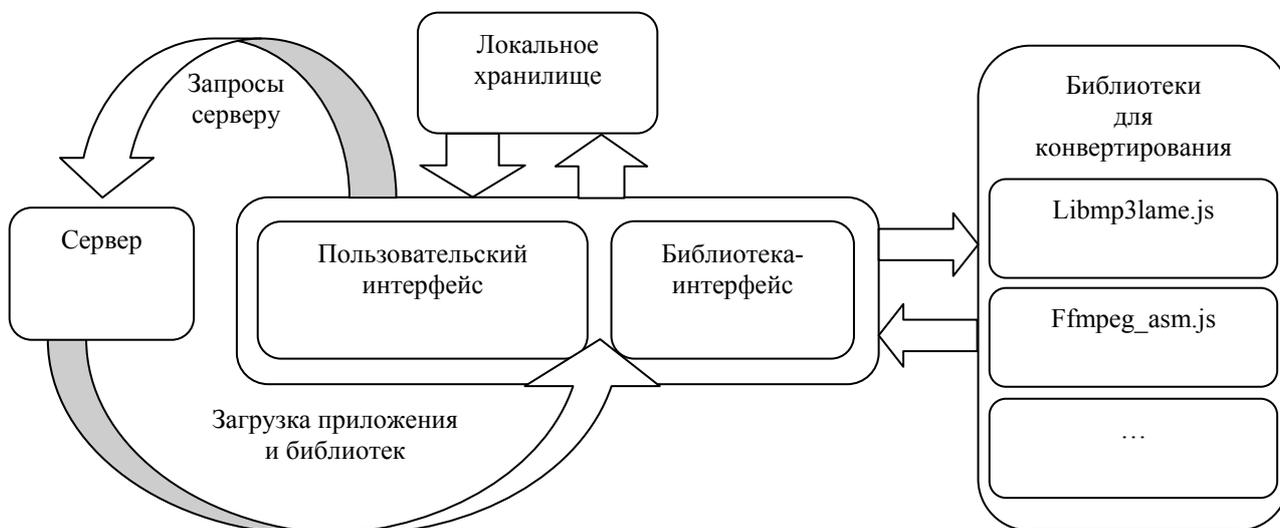


Рис. 4. Структура проектируемого приложения

Можно выделить следующие достоинства и недостатки нашего веб-приложения.

Достоинства:

- не нуждаются в установке и настройке;
- не требовательно к ресурсам сервера;
- не требовательно к Интернет-соединению.

Недостатки:

- требовательность к ресурсам пользовательского устройства.

Очевидно, что такой вид приложения не подойдет устройствам, с довольно низкими системными характеристиками, однако, для большинства современных вычислительных устройств, приложение может быть актуальным.

Библиографические ссылки

1. Сервис для документирования работы веб-приложений [Электронный ресурс]. URL: <https://html.spec.whatwg.org/> (дата обращения: 07.12.2014).
2. Блог разработчика akrennmair на GitHub [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/akrennmair> (дата обращения: 11.12.2014).
3. Блог разработчика muaz-khan на GitHub [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/muaz-khan> (дата обращения: 17.12.2014).
4. Обзор различных api файловой системы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.html5rocks.com/ru/tutorials/file/filesystem/> (дата обращения: 10.12.2014).
5. HTML5 Upload Folder With Webkitdirectory [Электронный ресурс]. URL: <http://sapphion.com/2011/11/html5-folder-upload-with-webkitdirectory/> (дата обращения: 21.12.2014).

© Бастрикин Д. А. 2015

УДК 004.93

СИСТЕМА ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ НА ЗАКРЫТОЙ АВТОПАРКОВКЕ

К. М. Болдырев, М. А. Лаптева
Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: koc135@mail.ru, maria_007.ru@mail.ru

Работа посвящена разработке системы нахождения свободных парковочных мест на закрытой автопарковке, данная система поможет человеку найти оптимальное парковочное место на момент заезда на парковку.

Ключевые слова: автопарковочная система, поиск свободных парковочных мест, свободные парковочные места, система поиска свободных парковочных мест.

DETECTION SYSTEMS PARKING SPACES ON PARKING CLOSED

К. М. Boldurev, M. A. Lapteva
Scientific supervisor – M. N. Favorskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: koc135@mail.ru, maria_007.ru@mail.ru

The work is dedicated to the development of the system of finding free parking spaces in a closed parking area, this system will help a person find the best parking space at the time of arrival to the parking lot.

Keywords: autoparking system, search autoparking free area, free parking space, system detecting free autoparking spaces.

В большинстве европейских стран автоматизированные парковочные системы давно уже заняли свою нишу. Данные системы, очень распространены и ни один паркинг не обходится без них. Рынок систем автоматизации паркинга, уже насыщен различным оборудованием и может удовлетворить даже изысканные потребности заказчиков. Состав данных систем может быть различным и зависит от предъявляемых требований к автоматизации и безопасности.

Принцип работы автоматизированной системы заключается в точном определении расположения свободных и занятых мест и/или в подсчете количества въехавших и выехавших машин [3, с. 13]. Такая система позволит обеспечить оперативный и постоянный контроль загруженности с предоставлением персоналу всей необходимой информации.

Автоматизированная система стоянки также позволит рационально организовывать транспортный поток, легко осуществлять учет транспорта, сводить к минимуму материальные потери, эффективно использовать объем пространства, гарантированно обеспечить безопасность автомобиля и предоставить максимум удобств для общества.

Для решения задачи нахождения свободных мест на автопарковке необходимо проанализировать видеопоследовательность. Для этого анализируемый видеопоток разбивается на видеокadres. Далее каждый кадр анализируется с помощью методов нахождения объектов. На основе найденных объектов определяется количество и расположение свободных мест. Решение может приниматься с помощью методов классификации (алгоритм *AdaBoost*) и методов на основе гипотезы.

Методы формирования признаков объекта нахождения на основе гипотезы подразделяются в свою очередь на методы, основанные на геометрических характеристиках и текстурных. Использо-

вание методов вычисления текстурных признаков объекта в рассматриваемой задаче не является эффективным, так как необходимо производить поиск большого числа объектов одновременно, что затратит в свою очередь много времени. Поэтому эффективнее использовать для решения данной задачи методы, в основе которых лежит определение геометрических признаков объекта и метод сравнения двух кадров [2, с. 941].

Структура программного продукта представлена на рис. 1.

Модуль обработки видеопоследовательности включает в себя подсистему загрузки видеопоследовательности и подсистему разбиения видеопоследовательности на кадры. Для получения видеокadra используется библиотека *EmguCV*.

В модуле предварительная обработка изображений происходит построение изображения «Серый мир» [1, с. 121].

В модуль обработка изображений входит подсистема сравнения двух кадров, на основе которой получается информация об индексах пикселей, в которых произошли изменения. Также здесь присутствует подсистема бинаризации изображений для выделения объектов на изображении.

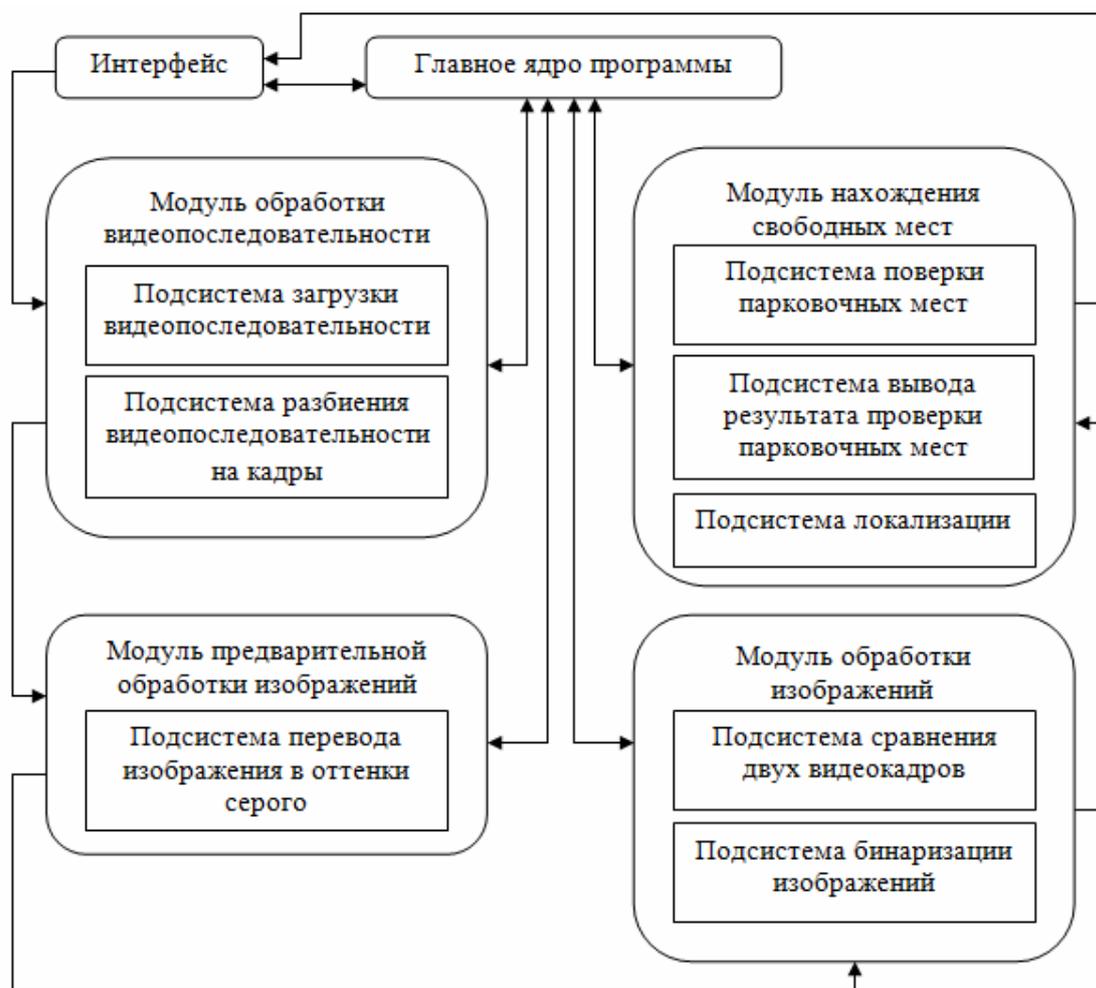


Рис. 1. Структура программного продукта

В модуль нахождения свободных мест входит подсистема проверки парковочных мест, подсистема вывода результата проверки парковочных мест и подсистема локализации. На основе данного модуля принимается решение о том, занято парковочное место или свободно.

Интерфейс программы содержит несколько окон (исходную видеопоследовательность и результат анализа), а также кнопки управления (рис. 2). В качестве входных данных выступает видеопоследовательность, содержащая автопарковку и настраиваемые параметры для нахождения объектов, а в качестве выходных данных выступает сообщение о том, свободно парковочное место или нет.

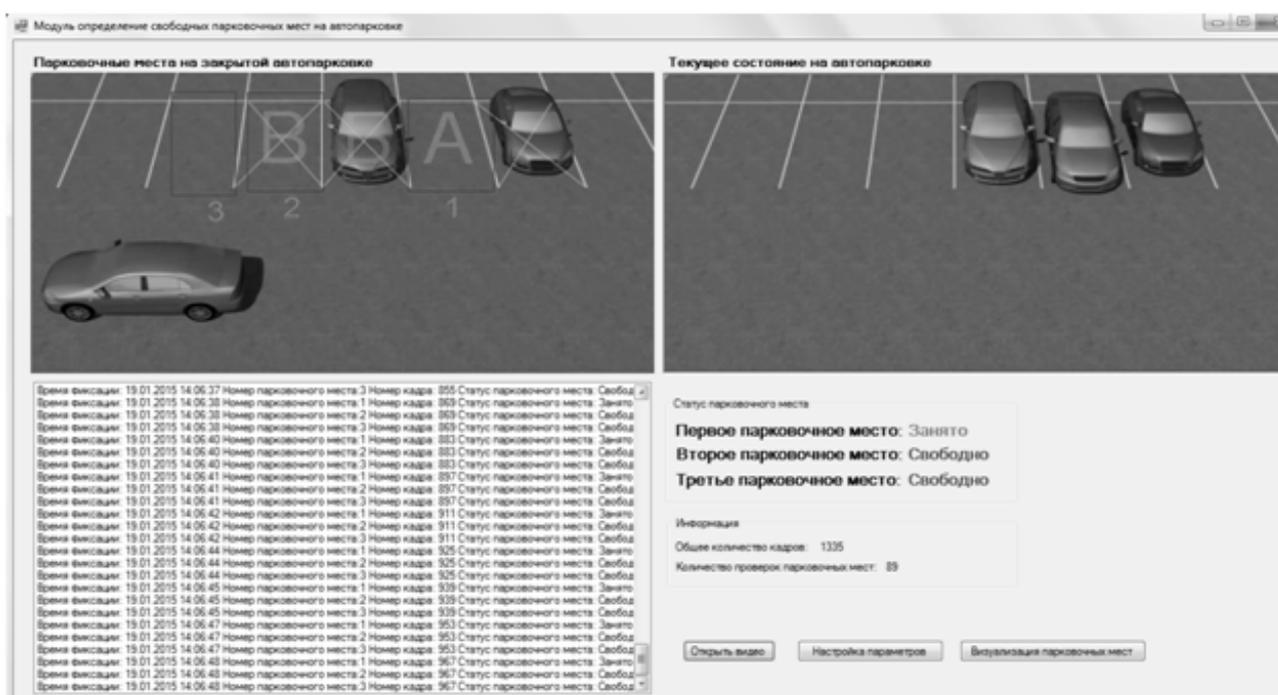


Рис. 2. Система нахождения свободных парковочных мест

Результаты проведенного тестирования показали довольно успешные результаты определения свободных и занятых мест. На проанализированных видеопоследовательностях присутствовали автомобили разных цветов (белый, черный, серый), что не влияло на определение свободных и занятых парковочных мест.

Библиографические ссылки

1. Гашников М. В., Глумов Н. И., Ильясова Н. Ю. Методы компьютерной обработки изображений : учеб. пособие. М. : Физматлит, 2003. 784 с.
2. Rosset R. Boosting as a Regularized Path to a Maximum Margin Classifier // Journal of Machine Learning Research 5. 2004. P. 941–973.
3. Системы и комплексы технических средств местоопределения подвижных объектов [Электронный ресурс]. URL: http://www.ess.ru/sites/default/files/files/articles/1998/03/1998_03_03.pdf (дата обращения: 07.04.2015).

© Болдырев К. М., Лаптева М. А., 2015

УДК 004.932.72'1

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ОБРАБОТКЕ СНИМКОВ ГЛАЗНОГО ДНА

А. А. Достова

Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: dostova@protonmail.ch

Рассматриваются вопросы предварительной обработки изображений глазного дна. Проводится анализ существующих подходов к обработке снимков глазного дна.

Ключевые слова: сегментация, мониторинг изображений глазного дна, алгоритмы цветокоррекции, алгоритмы шумоподавления.

ANALYSIS OF EXISTING APPROACHES TO PROCESSING FUNDUS IMAGES

A. A. Dostova

Scientific supervisor – M. N. Favorskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dostova@protonmail.ch

The papers consider the questions of the pretreatment images of the fundus. The analysis of the existing approaches to the treatment of ocular fundus images is given.

Keywords: segmentation, monitoring images of the fundus, algorithms for color correction, noise reduction algorithms.

В настоящее время информационные технологии получают все большее применение в медицинской диагностики. Одним из важнейших направлений в офтальмологии является мониторинг глазного дна. Процесс выявления отклонений включает ряд этапов: предварительная обработка, сегментация элементов и последующее принятие решений о текущем состоянии пациента. Данная работа посвящена анализу существующих подходов к обработке снимков глазного дна.

При обработке большинства медицинских изображений возникают проблемы связанные с существенной вариабельностью и слабой контрастностью снимков, наличием шумов и нечеткостью. Изменение контрастности не должно приводить к изменению средней яркости по изображению. Поэтому в работе использовалась следующая формула:

$$NY = K \cdot (Y - \Delta Y) + \Delta Y,$$

где NY – новое значение контрастности; K – коэффициент контрастности; Y – текущее значение; ΔY – среднее значение контрастности по изображению [1].

Настройка контрастности позволяет выявить внутренние скрытые элементы изображения, практически невидимые без обработки.

Использование методов шумоподавления позволяет избавиться от излишков и шумов, тем самым решая проблему вариабельности и наличия шумов. Многие алгоритмы шумоподавления основаны на вычислении порядковых статистик. Отклик такого фильтра определяется предварительным упорядочиванием значений пикселей, покрываемых матрицей фильтра, и последующим выбором значения, находящегося на определенной позиции упорядоченной последовательности. Фильтрация сводится к замещению исходного значения пикселя на полученное значение отклика фильтра [3]. Примером такого алгоритма является медианный фильтр, который реализуется согласно выражению

$$\hat{f}(x, y) = \text{med}_{s, t \in S_{xy}} \{g(s, t)\},$$

где \hat{f} – значение восстановленного изображения в произвольной точке (x, y) , $g(x, y)$ – зашумленное изображение в окрестности S_{xy} .

Медианный фильтр приспособлен для подавления импульсных шумов, также он приводит к меньшему размытию кадра, что важно для медицинских изображений.

Для моделирования результатов субъективных оценок изображений используются метрики объективного качества. В данной работе будут рассмотрены метрики MSE и $PSNR$.

Принцип работы метрики MSE (*Mean Squared Error*) для двух изображений заключается в следующем выражении

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |I(i, j) - K(i, j)|^2,$$

где X – оригинальное изображение размером $M \times N$; Y – другое изображение такого же размера; $X(i, j)$ – значение пикселя изображения X с координатами (i, j) . Значение MSE будет равно нулю в том случае, если эти два изображения полностью совпадут. Очевидно, значение метрики возрастает с количеством искажений в изображении [4].

Метрика $PSNR$ (*Peak Signal to Noise Ratio*), связана с MSE следующим отношением

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right),$$

где MAX_I – это максимально возможное значение яркости для пикселя. В случае полного совпадения изображений значение метрики $PSNR$ будет бесконечно.

Рассмотренные метрики широко применяются из-за низкой вычислительной сложности, а также простой физической интерпретации.

В данной работе для визуализации и усиления тонких структур глазного дна используется оператор Собеля [2], основанный на свертке изображения небольшими целочисленными фильтрами в вертикальном и горизонтальном направлениях. Точнее, оператор использует значения интенсивности G_x и G_y в окрестности 3×3 каждого пикселя, с которыми сворачивают исходное изображение для вычисления приближенных значений производных по горизонтали и по вертикали

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix},$$

При раздельном наложении этих масок на изображение можно получить оценку градиента по каждому из направлений G_x и G_y . Конечное значение градиента определяется по формуле

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}.$$

Таким образом, проведен анализ существующих подходов к обработке снимков глазного дна, позволяющие улучшить качество изображения, выделить ценные элементы глазного дна, тем самым упростить диагностический процесс.

Библиографические ссылки

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1070 с.
2. A review of Medical Image segmentation: Methods and available software / Whitey D. J., Koles Z. J. et al. // International Journal of Bioelectromagnetism. 2008. № 3 (10). P. 125–148.
3. Improving vessel segmentation in ultra-wide field-of-view retinal fluorescein angiograms, in: Engineering in Medicine and Biology Society / Perez-Rovira A., Zutis K., Hubschman J. P., Trucco E. // 2011 Annual International Conference of the IEEE. 2011. P. 2614–2617.
4. Senthilkumaran N. Study on Edge Detection Methods for Image Segmentation / Senthilkumaran N., Rajesh R. and others // Proceedings of the International Conference on Mathematics and Computer Science. 2009. Vol. 1. P. 255–259.

УДК 004.65

О СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ В ДОКУМЕНТО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СУБД

А. В. Дьяконов

Научный руководитель – Ю. Б. Козлова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: AntXXI@mail.ru

Рассмотрены основные проблемы хранения данных в системе для совместной работы над проектом. Рассмотрено и проанализировано хранение данных в документо-ориентированных СУБД. Реализован метод MapReduce. Обосновывается применение документо-ориентированной СУБД в системе для совместной работы над проектом.

Ключевые слова: хранение данных, документо-ориентированная СУБД, MapReduce, система для совместной работы над проектом.

ABOUT CONTEMPORARY TRENDS STORING DATA IN DOCUMENT DATABASE

A. V. Dyakonov

Scientific supervisor – Y. B. Kozlova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: AntXXI@mail.ru

Reviewed main problems storing data in the system collaborative work on a project. Reviewed and analyzed storing data in the document database. The method of MapReduce realized. The use of document database development in the system to collaborative work on a project.

Keywords: storing data, document database, MapReduce, system collaborative work on a project.

Для реализации системы для совместной работы над проектом, стоит одна из нескольких задач, каким образом и с помощью чего хранить данные в проекте, при этом работа с данными должна быть максимально проста и производительна. Проблема заключается в том, что документ не имеет строгой структуры, и использование реляционных баз данных (РБД) не актуально. Они следуют строгой структуре и требуют значительного объема подготовительной работы, такой как предварительная разработка схемы и модели данных. Новое поколение *NoSQL* и документо-ориентированных баз данных (ДОБД) значительно упрощает большую часть этой подготовки, позволяя создавать и хранить информацию в гибком формате. Кроме того, можно разработать методы извлечения этих данных в требуемом фиксированном формате [2].

Основные достоинства:

Масштабируемость. Горизонтальное масштабирование существующих традиционных СУБД обычно является трудоемкой, дорогостоящей и эффективной только до определенного уровня задач. В то же время многие *NoSQL*-решения проектировались исходя из необходимости масштабироваться горизонтально и делать это «на лету». Поэтому эта процедура обычно проще и прозрачнее в *NoSQL*, чем в РСУБД [1].

Производительность БД на одном узле, а не в кластере также является немаловажным параметром. Для многих задач такие свойства традиционных СУБД, как транзакционность, изолированность изменений, надежность в пределах одного узла или даже сама реляционная модель, не всегда нужны в полном объеме. Поэтому отказ от этих свойств (всех или некоторых) позволяет *NoSQL* иногда добиваться большей производительности на одном узле, чем традиционными решениями.

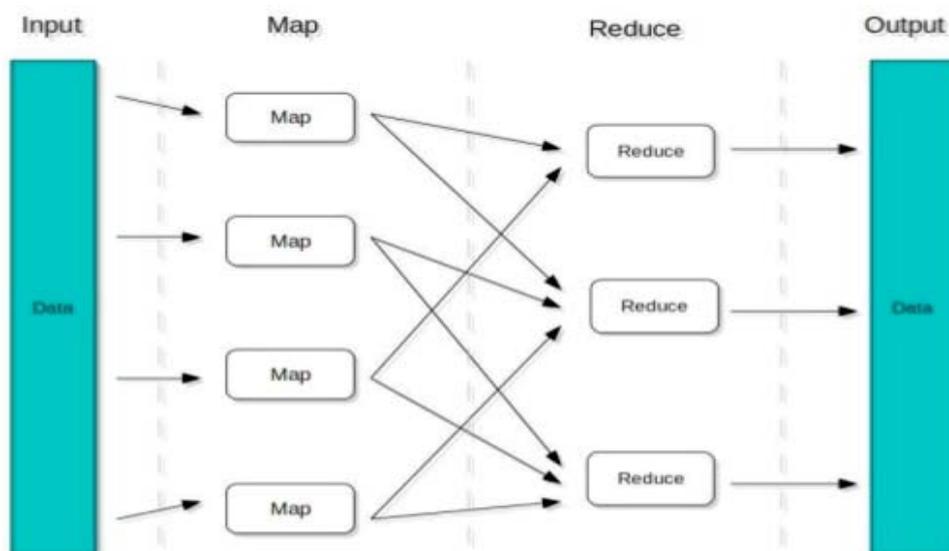
Надежная работа в условиях, когда отказ железа или сетевая недоступность – обычное дело, является одним из свойств многих решений *NoSQL*. Основной способ ее обеспечения – это репликация. Сама по себе репликация отнюдь не является уникальной особенностью *NoSQL*, но здесь, как и при масштабировании, важную роль играют эффективность и легкость внесения изменений в существующую инсталляцию. Переход БД к работе в режиме репликации – это простая задача для большинства *NoSQL*-решений.

Map/Reduce – это подход к обработке больших объемов данных, который состоит из двух фаз: *Map* – предварительная обработка входных данных и *Reduce* – обработка тем или иным способом выборки, полученной на стадии *Map* [1].

Преимущества такого подхода очевидны при соблюдении двух условий. Первое – фаза *Map* реализована так, что её можно запускать параллельно на нескольких узлах. Второе – *Reduce* позволяет принимать на вход не только результат выполнения *Map*, но и применения предыдущего *Reduce*.

Реализация *Map/Reduce* в системе для совместной работы над проектом:

Есть большая база данных пользователей, распределенная по нескольким узлам, и стоит задача посчитать количество внесенных изменений пользователем в документ в зависимости от даты. Тогда в качестве *Map* будет функция, возвращающая для каждой записи БД структуру вида «дата | количество символов | количество записей», где при выполнении первой фазы «количество записей» будет равно единице. В качестве *Reduce* будет функция, складывающая «количество символов» и «количество записей» с группировкой по «дате». Таким образом, получим возможность запустить *Map* на нескольких узлах параллельно и получить предварительную выборку. Далее запускается *Reduce* на нескольких и подводим промежуточные результаты, а по итогам – тот же самый *Reduce* по финальному набору данных, собранному из промежуточных. Структура выполнения *Map/Reduce* представлена на рисунке.



Структура работы *Map/Reduce*
Документо-ориентированные СУБД

Они хранят данные в виде коллекций документов, состоящих из набора полей. Этот набор может различаться в документах одной коллекции благодаря «бессхемности» таких СУБД. Так же допускаются вложенные документы и сложные типы значений полей (массивы, ссылки и т. п.). Идеальный вариант их применения – это хранение более-менее независимых документов, не требующих поддержания ссылочной целостности между ними или коллекциями [3].

Также они хорошо подходят для работы с данными нестрогой структуры. Такого рода данные часто встречаются при решении задач для работы с документами, логирования и сбора статистики: существует множество типов событий, относящихся к одной категории, но с различными атрибутами. В традиционных СУБД хранение такого рода данных осуществляют двумя способами. Либо записывают основные параметры событий в одну таблицу, а дополнительные поля – в множество связанных таблиц, либо осуществляют сериализацию дополнительных полей в строки, бинарные данные и т. п. Такой подход сильно усложняет логику приложения и затрудняет дальнейшую работу с данными.

Самые популярные представители этого семейства – *MongoDB* и *CouchDB*. Обе поддерживают репликацию и шардинг, причем *MongoDB* – шардинг с автоматической миграцией данных при добавлении или исключении «шардов» из кластера. Кроме того, оба решения реализуют *Map/Reduce*. *CouchDB* использует его в качестве замены сложным *ad-hoc* запросам: СУБД создает «отображения» (*view*), данные которых вычисляются операциями *Map/Reduce* и автоматически обновляются при изменении. *MongoDB* также поддерживает достаточно сложные запросы. Для этого в решении реализован собственный, не похожий на *SQL*, язык запросов [3].

Основное отличие между *MongoDB* и *CouchDB* – это разный подход к конкурентным изменениям данных. *MongoDB* не реализует транзакционность и осуществляет лишь простейшие атомарные операции над объектами. *CouchDB* же реализует управление конкурентным доступом с помощью мультиверсионности. Таким образом, в *CouchDB* изменение документов одним пользователем не видно другим до момента «фиксации». А это не удовлетворяет условиям системы для совместной работы над проектом, потому была выбрана СУБД *MongoDB*.

Документо-ориентированные базы данных радикально меняют привычные представления о структурах данных и правилах их обработки. Достаточно сохранять данные в том формате, в каком они поступают, а затем выполнять обработку, по ходу дела анализируя данные и манипулируя различными форматами и структурами. Этот процесс позволяет очень легко упростить и сократить огромное количество данных. Серверный процесс, который может работать с очень большими, распределенными базами данных, обычно облегчает работу, а не затрудняет ее. *NoSQL* с документо-ориентированной моделью хорошо подходит для задач связанных с реализацией системы совместной работы над проектом.

Библиографические ссылки

1. Data mining in a document world [Электронный ресурс]. URL <http://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/ba-datamining/index.html> (дата обращения: 20.03.2015).
2. Лучинкин З. С., Сидоркина И. Г. Проектирование модели данных, слабоструктурированной, нереляционной, документо-ориентированной базы данных // Вестник Чувашского университета. 2014. № 2. С. 103–107.
3. Прамодкумар Дж. Садаладж, Мартин Фаулер. *NoSQL*. Новая методология разработки нереляционных баз данных : Вильямс, 2015. 192 с.

© Дьяконов А. В. 2015

УДК 004.9

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРОЛЕЧЕННЫХ ЛИЦ В СТАЦИОНАРАХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

А. Н. Иванов

Научный руководитель – А. Г. Зотин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: alexdelpie@mail.ru

Рассматриваются проблемы обработки медицинской статистической информации. Приведено краткое обоснование выбора целевой системы управления базами данных (СУБД) MySQL. Представлена последовательность операций по созданию отчетных форм. Приведен пример работы программы.

Ключевые слова: медицина, статистика, аналитика, MySQL, Delphi.

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL DATA PROCESSING SYSTEM OF PERSONS TREATED IN HOSPITALS OF KRASNOYARSK.

A. N. Ivanov

Scientific supervisor – A. G. Zotin

Reshetnev Siberian State Aerospace University

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: alexdelpie@mail.ru

The problems of medical statistics processing are described. The brief justification of selection of database management system (DBMS) MySQL is shown. The sequence of report forming operations is presented. The example of data analysis result is shown.

Keywords: medicine, statistics, analytics, MySQL, Delphi.

Медицинская статистика является одним из наиболее важных разделов социальной статистики, предметом которого являются исследования здоровья населения и безопасности среды обитания. Медицинская статистика помогает органам системы обязательного медицинского страхования контролировать деятельность сети лечебно-профилактических учреждений, руководителям – оперативно управлять своим учреждением, врачам всех специальностей – судить о качестве и эффективности лечебно-профилактической работы [1].

Основными задачами медицинской статистики являются:

- разработка специальных методов исследования массовых процессов и явлений в медицине и здравоохранении;
- выявление наиболее существенных закономерностей и тенденций в здоровье населения в целом и в различных его группах (возрастных, половых, профессиональных и др.);
- изучение и оценка состояния и динамики развития сети, деятельности учреждений здравоохранения и медицинских кадров [2].

Оперативность и качество статистических работ напрямую зависят от развития технологий сбора, передачи, обработки и представления информации. Методы и подходы, с помощью которых решаются эти задачи, мало соответствуют современным технологическим требованиям. С одной стороны, это обусловлено тем, что объем собираемой информации возрастает, а её состав изменяется с каждым годом. С другой стороны, класс систем, обеспечивающих аналитическую обработку информации, мало представлен в здравоохранении регионов, а потребность в них сегодня достаточно высока.

Представленные выше проблемы делают актуальной задачу разработки новых подходов, ориентированных на решение задач обработки медицинской статистической информации. Создание гибкого инструментария для анализа позволит значительно повысить эффективность использования больших объемов данных статистического наблюдения для поддержки задач оперативного управления здравоохранением.

С учетом вышеизложенных особенностей разрабатывается программный продукт с максимально простым пользовательским интерфейсом и ориентированный под определенный набор задач аналитического характера. Для реализации проекта выбрана среда программирования *Delphi* и СУБД *MySQL*. Основные преимущества *MySQL*, позволяющие остановить свой выбор именно на этой СУБД:

- высокая производительность в задачах «своей весовой категории»;
- низкие совокупные затраты (платить нужно только при потребности в поддержке);
- простота внедрения (за 15 минут можно скачать и запустить систему);
- *MySQL* включает *API* для большого количества языков программирования (*Delphi*, *C*, *C++*, *Eiffel*, *Java*, *Lisp*, *Perl*, *PHP*, *Python*, *Ruby*, *Smalltalk*, *Tcl*);
- открытая и модульная разработка [3].

Разрабатываемую систему можно разделить на 3 модуля:

1. Модуль конвертации (преобразование данных формата *.dbf* под сервер *MySQL*).
2. Модуль обработки данных (основной модуль, в нем проходит основная аналитическая работа с данными).
3. Модуль вывода (выполняется выгрузка полученной информации, например, для квартального/годового отчета).

База данных содержит 15 справочников и 6 основных сущностей (данные взяты за 2014 год):

- *jr* (сводные реестры по пролеченным лицам – 26 564 записей);
- *list* (информация о пациентах – 141 710 записей);
- *listmes* (данные о медицинских услугах – 145 394 записи);
- *listvn* (параклинические (внешние) услуги – 950 записей);
- *operation* (сведения о хирургических операциях – 25 632 записи);
- *Isotp* (отпущенные пациенту лекарственные средства или изделия медицинского назначения – 37186 записей).

Приложение состоит из пунктов меню, соответствующих главным сущностям базы данных, которые включают в себя подпункты, создающие:

- различные гистограммы и диаграммы;
- табличные отчеты формата *.docx*.

Процесс создания отчетных форм представлен на рис. 1.

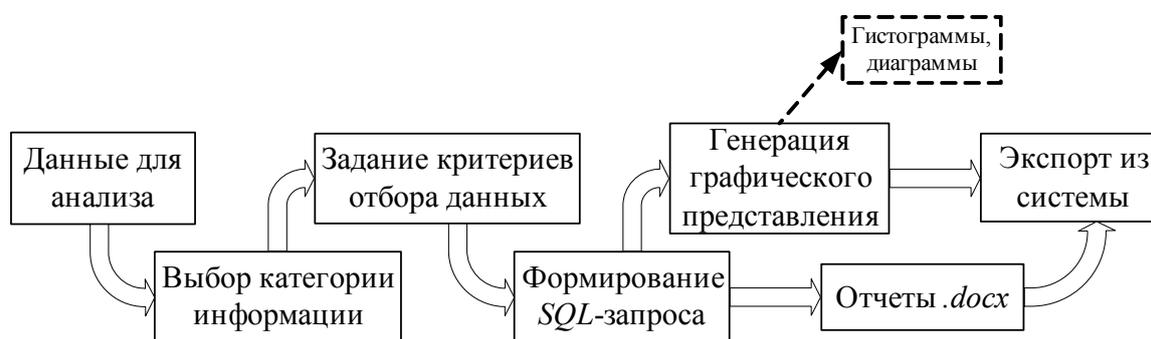


Рис. 1. Схема создания аналитических форм

Программа содержит множество подсказок в виде всплывающих сообщений, в случае неправильного ввода входных данных, поэтому работать в ней сможет даже самый неопытный пользователь. На рис. 2 представлен пример диаграммы, сформированной в результате работы программы.

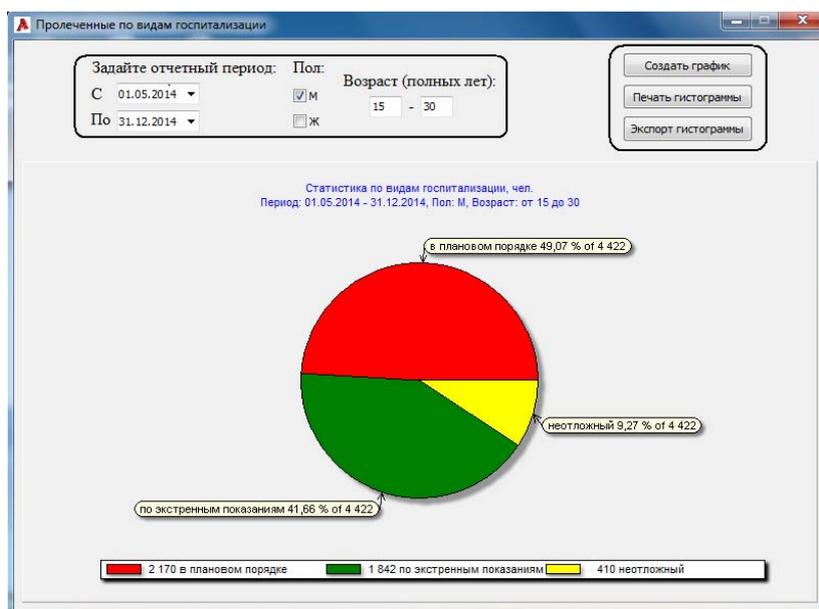


Рис. 2. Статистика по видам госпитализации

Разработанное приложение для анализа показателей здравоохранения представляет собой гибкий и удобный механизм, основанный на оперативных подходах сбора и аналитической обработки информации. Программа позволяет быстро, без перепрограммирования системы, организовать любое статистическое наблюдение, сформировать требуемые показатели, полученные на основе собранных отчетных данных учреждений.

Библиографические ссылки

1. Лекция № 3. Медицинская статистика здравоохранения / Медицинская статистика : конспект лекций [Электронный ресурс]. URL: http://www.plam.ru/nauchlit/medicinskaja_statistika_konspekt_lekcii/p4.php (дата обращения: 13.04.2015).
2. Медицинская статистика [Электронный ресурс]. URL: <http://znai.ru/art/400160900.php> (дата обращения: 17.04.2015).
3. Oracle Axoft – MySQL [Электронный ресурс]. URL: http://oracle.axoft.ru/catalog/rubric.php?RUBRIC_ID=535 (дата обращения: 19.04.2015).

© Иванов А. Н., 2015

УДК 004.91

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПРОВЕДЕНИЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

А. Т. Кожомбаева
Научный руководитель – А. Г. Зотин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kojombaeva_a@mail.ru

Представлено описание общей архитектуры программного комплекса инвентаризации с использованием мобильных устройств. Описаны применяемые технологии для разработки программного комплекса.

Ключевые слова: инвентаризация материальных ценностей, трёхуровневая архитектура, штрих-код, веб-сервер, веб-служба, мобильное устройство.

IMPLEMENTATION OF INVENTORY SOFTWARE WITH THE USE OF MOBILE DEVICES

A. T. Kozhombaeva
Scientific supervisor – A. G. Zotin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kojombaeva_a@mail.ru

The description of the overall architecture of the software complex inventory using mobile devices is provided. Technologies used to develop software complex are described.

Keywords: inventory of material assets, three-tier architecture, bar code, web server, web service, mobile device.

Система учета любой организации хранит в себе огромное количество информации о материальных ценностях. Учет материальных ценностей ведется с целью обеспечения сохранности и установления контроля за их движением. Одним из самых популярных методов внутреннего контроля, который позволяет получить точную информацию о наличии материальных ценностей хозяйствующего субъекта и ориентировочную информацию о его состоянии является инвентаризация.

Проведение инвентаризации является обязательным для всех экономических субъектов независимо от форм собственности согласно ст. 12 Федерального закона «О бухгалтерском учёте» [1].

Исходя из методических указаний по инвентаризации имущества и финансовых обязательств, основными целями инвентаризации являются [2]:

– выявление фактического наличия имущества, как отраженного, так и не отраженного в бухгалтерском учете;

– сопоставление фактического наличия имущества с данными бухгалтерского учета;

– проверка полноты отражения в учете обязательств.

Во многих организациях в настоящее время инвентаризация проводится ручным способом. Это объясняется тем, что программные продукты по инвентаризации продаются как одна из частей целого программного комплекса введения бухгалтерского учета.

В результате изучения предметной области было выявлено, что процесс проведения инвентаризации можно автоматизировать, проделав следующие этапы [3]. На первом этапе перед началом эксплуатации каждому объекту присваивается инвентарный номер. На основании инвентарного номера объекта формируется штрих-код. На следующем этапе проводится сама инвентаризация. Члены инвентаризационной комиссии с помощью сканера считывают штрих коды с объектов материальных

ценностей. На заключительном этапе после завершения процесса инвентаризации, формируется результат инвентаризации в виде унифицированной формы первичной учетной документации [4].

В том случае, когда в организации имеется Интернет или беспроводное сетевое соединение, то пользуясь технологическими преимуществами в области мобильных устройств, можно предложить более качественный подход по проведению инвентаризации материальных ценностей. Предлагается использование программного комплекса, учитывающего особенности использования современных мобильных технологий. Общая архитектура программного комплекса предполагает взаимодействие различных устройств через сервер (см. рисунок).

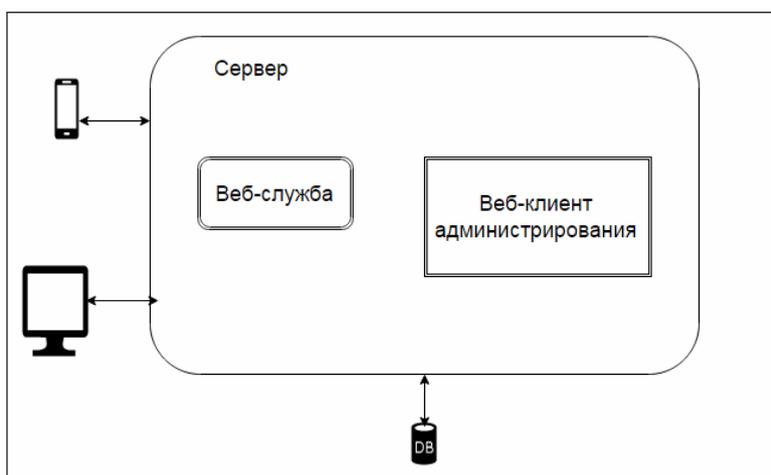


Рис. 1. Общая архитектура программного комплекса

Программный комплекс спроектирован с использованием трехуровневой архитектуры, включающей уровни представления данных, бизнес-логики, а также уровень хранения данных.

Уровень представления данных реализован согласно технологии «тонкий» клиент. Клиентское приложение на мобильном устройстве сканирует и считывает штрих-код, отправляет прочитанный штрих-код на сервер. Связь между мобильным приложением и сервером осуществляется через веб-службу. Администрирование базы данных организовано с использованием веб-клиента, что в свою очередь позволяет осуществлять администрирование как через персональный компьютер, так и через мобильное устройство.

Пользовательский интерфейс в клиентских приложениях предполагает выполнение следующего набора действий: получение и редактирование данных, представление данных для просмотра пользователем, проверка корректности введенных/прочитанных данных, сохранение внесенных изменений.

Уровень бизнес-логики реализует: обработку потоков данных в соответствии с заданными бизнес-правилами, взаимодействие с уровнем представления данных для получения запросов и возвращения ответов, взаимодействие с уровнем хранения данных для передачи запросов и получения ответов.

Уровень хранения данных обеспечивает: хранение данных в базе данных, обработку запросов уровня бизнес-логики и возврат результатов.

Для реализации программного комплекса были использованы различные технологии. Так для реализации в качестве основного языка программирования выбран Java 8. Он выбран в связи с тем, что обладает независимостью от платформы, на которой выполняются программы и поддерживает использование объектно-ориентированных технологий. Помимо этого в нем заложена ориентация на решение интернет-задач, а также в нем легко реализуется добавление новых возможностей.

В качестве среды разработки выбрана Eclipse 4.4 Luna. Платформа Eclipse – свободная интегрированная среда разработки модульных кроссплатформенных приложений.

При написании серверной части применен Spring Framework 4.1.3. Spring – фреймворк с открытым исходным кодом, предназначенный для упрощения разработки корпоративных-приложений, имеет слоистую архитектуру. Модули Spring построены на базе основного контейнера, который определяет создание, конфигурацию и управление beans. Данный фреймворк содержит очень много полезных модулей [5].

Для организации безопасности применен фреймворк Spring Security 3.2.1, который предоставляет механизмы построения систем аутентификации и авторизации. Данные пароля шифруются с помощью алгоритма хеширования.

В качестве среды разработки для android-приложения выбрана ADT Bundle v22.6.2. Набор включает в себя необходимые компоненты Android SDK и Eclipse IDE со встроенным ADT v22.6.2 (Android Developer Tools) для упрощения разработки приложений Android.

Взаимодействие android-приложения с веб-службой осуществляется на основе протокола SOAP 1.2. SOAP (Simple Object Access Protocol) – представляет собой протокол сообщений для выбора веб-сервисов. Основная идея стандарта SOAP заключается в том, что сообщения должны быть закодированы в стандартизированном XML-формате. SOAP может быть привязан к любому транспортному протоколу для приложений, как правило, он используется вместе с HTTP.

В заключении можно отметить, что главным преимуществом программного комплекса является его оперативность. Отсканировав штрих коды с этикеток объектов, можно получить информацию о них, а результаты инвентаризации можно сразу же увидеть. Администрирование данными осуществляется через веб-клиента, в связи с этим безопасность данных является ключевым моментом. Благодаря фреймворку Spring Security защита аутентификации и авторизации, а также контроль доступа к данным обеспечиваются с высокой степенью безопасностью. Программный комплекс реализован с помощью многофункциональных, эффективных, удобных и свободно распространяемых технологий.

Библиографические ссылки

1. О бухгалтерском учете : федер. закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ (ред. от 4.11.2014) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170573/ (дата обращения: 10.03.2015).
2. Об утверждении методических указаний по инвентаризации имущества и финансовых обязательств: приказ Министерства финансов Российской Федерации от 13.06.1995 № 49 // Российский Налоговый курьер. 2000. № 11.
3. Гладышев В. В. Современные способы автоматизации процесса инвентаризации // Изв. Оренбургского гос. аграр. ун-та. 2011. № 30(1). С. 210–213.
4. Учет результатов инвентаризации [Электронный ресурс] URL: <http://www.blanki.ru/uchet-rezultatov-inventarizacii> (дата обращения: 20.03.2015).
5. Архитектура Spring [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170573/ (дата обращения: 17.03.2015).

© Кожомбаева А. Т., 2015

УДК 004.91

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ВЕБ-СЕРВИСАМИ

А. Т. Кожомбаева, А. В. Щетилов
Научный руководитель – А. Г. Зотин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kojombaeva_a@mail.ru, le713@mail.ru

Рассмотрены технологии взаимодействия мобильных приложений с веб-сервисами. Представлено описание условий проведения исследования технологий. Продемонстрированы полученные данные экспериментального исследования и результаты их анализа. Приведено обоснование выбора REST веб-сервера в качестве наилучшего решения для выбранной предметной области.

Ключевые слова: SOAP веб-сервер, REST веб-сервер.

THE ANALYSIS OF INTERACTION TECHNOLOGIES BETWEEN MOBILE APPLICATIONS AND WEB SERVICES

A. T. Kozhombaeva, A. V. Schetilov
Scientific supervisor – A. G. Zotin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kojombaeva_a@mail.ru, le713@mail.ru

The interaction technologies of mobile applications with web services are considered. The description of conditions of carrying research of technologies is shown. The experimental data of research and the results of their analysis are demonstrated. The choice of REST web server as the best decision for the chosen subject domain is given.

Keywords: SOAP web-service, REST web-service.

На сегодняшний день повсеместное распространение мобильного Интернета привело к тому, что подавляющее большинство мобильных приложений активно используют веб-сервисы для каких-либо целей. Например, это может быть загрузка дополнительных данных, перенос некоторой программной логики на сервер или синхронизация.

В приложениях, использующих веб-сервисы, реализуется сервис-ориентированная архитектура SOA [6]. Такая архитектура более приемлема для создания распределенных приложений, компоненты которых взаимодействуют через Интернет, разворачиваются и работают на различных платформах.

Веб-сервисы обладают интерфейсом, описанным в формате пригодном для компьютерной обработки, при этом используется WSDL-формат. Взаимодействие с сервисами осуществляется согласно их WSDL-описаниям, на основе сообщений, передаваемых по протоколу HTTP [1].

При разработке мобильного приложения для отображения каталогов по заказу товаров и услуг возникла необходимость выбора подходов организации взаимодействия с веб-сервисами. Помимо просмотра каталога пользователь приложения также имеет возможность заказать товар или услугу, оставляя отзывы по заказам. Функции формирования отображаемого каталога вынесены на сервер. Сервер сохраняет все данные о пользователе и его заказах, а также отправляет ему необходимые данные для формирования каталога, как в виде текстовой информации, так и в виде изображений.

Для реализации такого приложения необходимо организовать быстрое взаимодействие между мобильным приложением (клиентом) и серверной частью. В связи с этим возникает задача выбора технологии обмена данными, и здесь обычно появляется выбор между двумя подходами взаимодействия на основе REST и SOAP.

Главными требованиями к технологиям клиент-серверной архитектуры являются:

- скорость работы (каталог может содержать очень большое количество элементов);
- работа с различными типами данных;
- простота в использовании на всех архитектурных уровнях, с точки зрения написания кода и развертки на сервере.

Simple Object Access Protocol (SOAP) позволяет осуществлять обмен информацией в распределенной среде. SOAP является надежным, защищенным и поддерживает транзакции. Representational State Transfer (REST) – это стиль архитектуры программного обеспечения для распределенных систем. Термин REST был введен в 2000 году Роем Филдингом, одним из авторов HTTP-протокола [2].

SOAP имеет преимущество над REST в отношении безопасности и реализации сервиса. Создание SOAP службы или SOAP клиенты на различных платформах обеспечивается стандартными библиотеками, такими как Axis2 для Java [3] и PHP SOAP [4]. Для реализации SOAP веб-сервера необходимо создать WSDL (язык описания веб-сервисов) файл. Благодаря WSDL можно легко реализовать SOAP серверы, как на стороне сервера, так и клиента, чем реализация REST сервисов [5].

Для обоснования выбора технологии взаимодействия мобильного приложения с веб-сервисом были созданы и развернуты SOAP и REST веб-службы. Эксперименты решено было проводить на веб-сервере Apache Tomcat 8.0, функционирующем на ноутбуке Asus N53T со следующими техническими характеристиками: процессор AMD A6-3420M APU, частота работы 1,50 ГГц и 4 Гб оперативной памяти, установлена операционная система Windows 7 Ultimate. В качестве мобильного устройства использовался Asus Zenfone с процессором Intel Atom Z2560, работающем на частоте 1,6 ГГц, и 2 Гб оперативной памяти, работающей на ОС Android 4.4.2.

Для реализации клиентского приложения в ADT Bundle v22.6.2 была подключена библиотека ksoap2 и создана SOAP веб-служба. Схема взаимодействия клиентского SOAP-сервера с веб-сервером представлено на рис. 1.

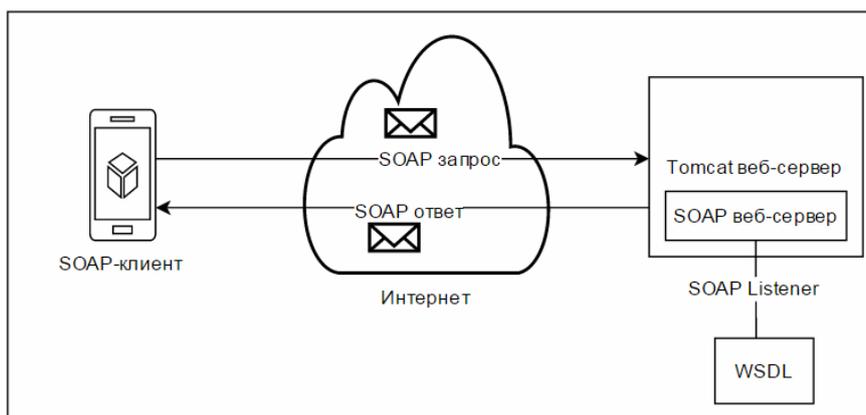


Рис. 1. Схема взаимодействия клиентского SOAP-сервера с веб-сервером

Для создания REST веб-сервера использовалась среда разработки Eclipse Luna IDE. REST веб-сервер разработан с использованием REST API и Jersey 1.17 API.

Для использования REST веб-сервера в мобильном устройстве, разработано клиентское приложение для Android 4.4.2 (Kit Kat) в ADT Bundle v22.6.2.

В ходе проведения экспериментального исследования на веб-сервер отправлялся запрос в тестовой форме, а в ответ получали сообщение определенного размера. Каждый запрос исполнялся не менее 10 раз. Время отправки запроса и получения сообщения фиксировались на клиентском приложении. Собранные данные показаны в таблице. Результат анализа этих данных отображены на рис. 2, так по вертикальной оси отражено время выполнения запроса в процентном соотношении, где за 100 % принято время отклика REST веб-сервиса.

Результаты производительности веб-сервисов

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размер сообщения (в байтах)	54	58	116	205	351	371	412	418	462	493
SOAP (время ожидания в миллисекундах)	232	238	323	409	505	518	553	559	610	677
REST (время ожидания в миллисекундах)	226	229	279	342	408	426	452	450	501	529

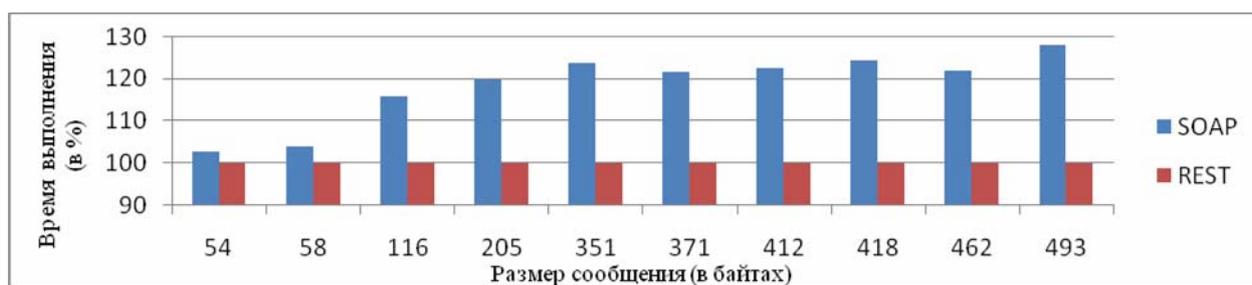


Рис. 2. Сравнительная оценка времени передачи сообщений

На основе результатов проведенного эксперимента можно прийти к выводу, что при увеличении размера передаваемого сообщения время отклика у REST веб-служб уменьшается по сравнению с SOAP веб-службой. Из этого следует, что REST веб-службы работают быстрее.

Для разработки мобильного приложения отображения каталога товаров или услуг выбор был остановлен на архитектуре REST. Поскольку он имеет более высокое быстродействие, по сравнению с SOAP. Это связано с тем, что SOAP представляет собой сборник различных протоколов и стандартов, в результате чего он «перегружен». REST может использовать различные форматы данных, в то время как SOAP работает только с XML. REST намного более простой в использовании – имеет наглядный и понятный формат, а данные передаются без каких-либо дополнительных слоев архитектуры.

Библиографические ссылки

1. Машнин Т. С. Web-сервисы Java // СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 560 с.
2. Fielding R. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures // University of California, Irvine, USA. 2000.
3. Ricardo van den Broek. Comparing the performance of SOAP and REST PHP clients / Ricardo van den Broek // 14th Twente Student Conference on IT, Enschede, Netherlands. 2011.
4. Tsenov M. Web Services Example with PHP/SOAP / M Tsenov // International Conference on Computer Systems and Technologies – CompSysTech'2006, Veliko Tarnovo, Bulgaria. 2006. P. IIIA.10-6.
5. SOAP-Based vs. RESTful Web Services / F. Belqasmi, J. Singh, S. Y. Bani Melhem, R. H. Glitho // A Case Study for Multimedia Conferencing. Internet Computing, IEEE. 2012. Vol. 16, Iss. 4, p. 54.
6. Архитектура SOA [Электронный ресурс]. URL: http://www.service-architecture.com/articles/web-services/service-oriented_architecture_soa_definition.html (дата обращения: 10.04.2015).

© Кожомбаева А. Т., Щетилов А. В., 2015

УДК 004.414

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ ПО РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДИСЦИПЛИН

С. Н. Колмыков

Научный руководитель – В. В. Вдовенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: freezy5@yandex.ru

Приведен сравнительный анализ систем по автоматизации учебного процесса вуза с целью наличия в них модуля генерации учебно-методических комплексов дисциплин (УМКД). Обоснована актуальность задачи разработки модуля для автоматического создания УМКД в системе управления учебным процессом СибГАУ.

Ключевые слова: сравнительный анализ, модуль УМКД, система управления вузом, генератор УМКД.

COMPARATIVE ANALYSIS MODULE TMCD IN UNIVERSITY MANAGEMENT SYSTEMS

S. N. Kolmykov

Scientific supervisor – V. V. Vdovenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: freezy5@yandex.ru

A comparative analysis of systems for the automation of the educational process of the university for the purpose of having them in the generation module teaching materials disciplines (EMCD). The urgency of the task of designing the module to automatically create UMCD a learning management system SibSAU.

Keywords: comparative analysis, module EMCD, university management system, generator EMCD.

Важнейшими и обязательными составляющими основной образовательной программы вуза являются УМКД, которые должны быть разработаны на кафедрах по всем дисциплинам и для всех форм обучения и соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС). В связи с этим актуальной является задача автоматической генерации электронных УМКД в системе управления вузом.

В настоящее время наиболее распространенными системами управления вузом являются системы «АКСИОМА», «IC:Университет» и «*Tandem University*», а также программные комплексы «Планы» и «Магеллан».

Система «АКСИОМА» ориентирована на комплексную автоматизацию процессов управления высших учебных заведений всех типов и организационно-правовых форм, в том числе вузов, имеющих территориально-региональное деление (филиалы, представительства и др.) [2].

Функциональность системы «АКСИОМА» охватывает основные процессы управления учебной и научной деятельностью и все подразделения учебного комплекса и включает подсистемы: приемная комиссия, управление контингентом учащихся, планирование учебного процесса, расписание, выпуск документов об образовании и др.

Интеграционная платформа *iJaNet v5* (лежащая в основе системы) предоставляет такие преимущества как: масштабируемость, возможность создать неограниченное количество территориально распределенных серверов обработки данных и модульность, предусматривающую возможность тонкой настройки и расширения любой части решения. Использование любых СУБД, как распространяемых в качестве СПО (*Firebird, PostgreSQL* и т. п.), так и высокоскоростных и надежных промыш-

ленных СУБД (*Oracle, MSSQL* и т. п.). Интеграция с внешними системами передачи данных и решениями от различных поставщиков (*GosInsp, 1С, MARC-SQL* и др.).

Программный продукт «1С:Университет» предназначен для автоматизации управленческой деятельности в учреждениях высшего профессионального образования [1; 4].

Основные функциональные возможности программы:

«1С:Университет» поддерживает многопользовательскую работу в локальной сети или через Интернет с использованием веб-браузеров или тонкого клиента и позволяет автоматизировать: работу приемной комиссии, планирование учебного процесса (учебные планы, нагрузка), печать дипломов, приложений и справок, расчет и распределение нагрузки и др. «1С:Предприятие 8.2» поддерживает работу с различными СУБД: *Microsoft SQL Server, PostgreSQL, IBM DB2, Oracle Database*, файловый режим.

Единая информационная система управления учебным процессом «Tandem University» представляет собой комплексное решение по автоматизации образовательных организаций, государственных и коммерческих вузов (высших учебных заведений). Система «Tandem University» полностью соответствует современным тенденциям и требованиям в области управления образовательным учреждением [3].

Внедрение системы «Tandem University» позволит комплексно подойти к решению задач, стоящих как перед инновационным, так и перед классическим образовательным учреждением, в частности: автоматизация работы приемной комиссии вуза, автоматизация работы деканатов вуза, автоматизация работы учебно-методического управления вуза, планирования учебного процесса, возможность интеграции с другими внутренними системами вуза и др. Модуль позволяет вести учебные планы, рабочие учебные планы, определяющие учебный процесс в образовательной организации.

Основными функциями системы «Tandem University» являются: учет в системе Федеральных Государственных образовательных стандартов ВО и СПО, ведение учебных планов и их версий, формирование графиков учебного процесса, ведение рабочих учебных планов.

Информационная система «Планы ВПО» позволяет создать в рамках высшего учебного заведения единую систему автоматизированного планирования учебного процесса. Рабочие учебные планы (РУП), создаваемые в ИС «Планы ВПО» полностью совместимы со специализированным форматом, используемым в процедуре государственной аккредитации [5].

Система также включает в себя комплект формализованных ГОС (государственный образовательный стандарт), которые можно использовать для создания на их основе рабочих учебных планов и проверки качества РУП.

В электронных макетах РУП реализован широкий набор инструментов, позволяющих составлять рабочие учебные планы и отслеживать качество конечного результата: формирование учебного плана на базе ГОС, проверка соответствия содержимого РУП нормативным документам, автоматическое распределение часов самостоятельной работы по семестрам без нарушения требований государственного образовательного стандарта, формирование учебного плана заочной формы обучения на основе плана очной формы и др.

Можно считать, что программный комплекс «ПЛАНЫ» предоставляет возможность автоматизировать разработку такой составляющей УМКД, как рабочие программы, но в нем отсутствуют возможности создания других составляющих УМКД.

Система управления учебным процессом «Магеллан» предназначена для упрощения и автоматизации работы сотрудников образовательного учреждения с личными делами поступающих, обучающихся, сотрудников, учебными планами и нагрузкой преподавателей, расписанием занятий и архивом данных, сопровождающих учебный процесс, а также оперативного формирования всех печатных форм документов, аналитических и статистических отчетов. Для удобства работы система «Магеллан» включает в себя современный web-интерфейс, который не требует установки системы на компьютер пользователя. Достаточно только выхода в сеть Интернет [6].

«Магеллан» является модульной системой управления учебным процессом. Модули системы разделены по своему функциональному назначению на так называемые «контуры». Модуль, в свою очередь, автоматизирует работу конкретного подразделения (отдела) образовательной организации. Составляющими частями системы управления «Магеллан» являются: контур управления учебным процессом (приёмная комиссия, учебно-методическое управление, расписание и др.), контур управления административной деятельностью (договоры, документооборот, планировщик и др.), контур управления хозяйственной частью, модуль для библиотеки, сервисные модули, конфигуратор, центр управления, центр загрузки. Имеется интеграция с системой дистанционного обучения «Moodle».

Все перечисленные системы обладают схожим функционалом, обладают способностью к модульности и масштабированию системы, а также умеют интегрироваться с другими подобными системами. В отличие от других систем, «1С:Университет» не имеет в наличии модуля «Расписание», т. е. не умеет создавать расписание в автоматическом или в полуавтоматическом режиме, как это могут делать указанные выше информационные системы. Также программный комплекс «Планы» не имеет модуля работы со справками и не может масштабироваться.

Выполненный анализ существующих систем управления вузом позволяет сделать вывод о том, что они обеспечивают возможность формирования лишь отдельных составляющих УМКД, однако не поддерживают возможность создания УМКД в целом.

Библиографические ссылки

1. 1С:Университет [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:1С:Университет> (дата обращения: 10.02.2015).
2. Аксиома [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Аксиома> (дата обращения: 10.02.2015).
3. Единая информационная система управления учебным процессом Tandem University [Электронный ресурс]. URL: <http://tandemservice.ru/products/tandem-university> (дата обращения: 10.02.2015).
4. Карточка решения – 1С:Университет [Электронный ресурс]. URL: <http://solutions.1c.ru/catalog/university/features> (дата обращения: 10.02.2015).
5. Планы [Электронный ресурс]. URL: <http://mmis.ru/Default.aspx?tabid=158> (дата обращения: 9.03.2015).
6. Учебно-методическое управление – система управления «Магеллан» [Электронный ресурс]. URL: <http://magellanius.ru/emm> (дата обращения: 14.03.2015).

© Колмыков С. Н., 2015

УДК 004.93

СИСТЕМА ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЛЮДЕЙ ПО ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

М. А. Лаптева, К. М. Болдырев
Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: maria_007.ru@mail.ru, koc135@mail.ru

Работа посвящена разработке системы детектирования людей по видеопоследовательности. Данная система позволит обеспечить безопасность на охраняемых объектах.

Ключевые слова: распознавание людей на видео, нахождение людей на видеопоследовательности, поиск людей по видеопоследовательности.

THE DETECTION SYSTEM OF PEOPLE OF A VIDEO SEQUENCE

M. A. Lapteva, K. M. Boldurev
Scientific supervisor – M. N. Favorskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: maria_007.ru@mail.ru, koc135@mail.ru

The work is dedicated to the development of the system of recognition of people on the video sequence. This system will ensure the safety on protected objects.

Keywords: recognition of people on the video, searching peoples on the video, detection peoples.

Технологии распознавания лиц являются на сегодняшний день одним из наиболее активно развиваемых направлений компьютерного зрения. Грамотно организованная система, использующая распознавание лиц позволит качественно решать целый спектр задач – от подсчета уникальных посетителей в торговом заведении до организации автоматизированных пунктов пропуска на режимных предприятиях и содействия в выполнении каждодневных задач органов внутренних дел и силовых структур. Ввиду постоянно растущей террористической угрозы и общей нестабильности межгосударственных отношений использование данных технологий становится неотъемлемой частью решения задач государственной важности.

Извлечение семантической информации из изображений лица человека является практически значимой задачей, которая позволит, в свою очередь, обеспечить необходимый уровень безопасности на объектах, где требуется регистрация, идентификация и аутентификация субъектов. Такую систему можно будет использовать в общественных местах, на закрытых и любых других стратегически важных объектах.

Одним из более эффективных методов распознавания лиц, на сегодняшний день считается метод главных компонент (*Principal component analysis, PCA*). Данный метод позволяет облегчить работу с данными, уменьшив число факторов, требующих внимания, а также выявлять глубинные критерии распознавания [1, с. 104]. Перед тем, как приступить к процессу распознавания лица, необходимо его обнаружить на видеокadre, для этого используются каскады Хаара, ключевой особенностью, которых является большая скорость обнаружения объектов в режиме реального времени.

Основные этапы алгоритма распознавания людей по видеопоследовательности:

1. Загрузка видеопоследовательности, через диалоговое окно.
2. Разбиение видеопоследовательности на кадры, для захвата каждого кадра с целью дальнейшего анализа.
3. Предварительная обработка видеокadров (построение изображения «Серый мир»).
4. Перевод изображения в интегральное представление.

5. Предварительный анализ и локализация объектов с помощью примитивов Хаара [2, с. 324].
6. Распознавание лиц на основе метода главных компонент.

Согласно методу главных компонент, обучающий набор лиц преобразуется в одну общую матрицу данных, где каждая строка представляет собой один экземпляр изображения лица, разложенного в строку. Все лица обучающего набора должны быть приведены к одному размеру. Затем производится нормировка данных и приведение строк к 0-му среднему и 1-й дисперсии, вычисляется матрица ковариации. Для полученной матрицы ковариации решается задача определения собственных значений и соответствующих им собственных векторов (собственные лица). Далее производится сортировка собственных векторов в порядке убывания собственных значений и происходит сравнение с заданным порогом. Если собственное значение больше значения порога, то текущий образ идентифицирован, иначе нет [3, с. 7].

В качестве входных данных выступает видеопоследовательность, содержащая лицо человека, и настраиваемые параметры поиска лица (тип поиска лица: стандартный или параллельный поиск лиц), после чего на выходе получаем видеопоследовательность с выделенной областью лица человека и его именем.

Интерфейс и основные функции программного продукта были разработаны в среде *Microsoft Visual Studio 2012* (см. рисунок).



Интерфейс системы распознавания людей

Проведенные экспериментальные исследования показали, что недостатком разработанного программного продукта является то, что не учитывается поворот лица в процессе нахождения лица на видеопоследовательности. Однако если не брать во внимание, данный недостаток, и рассматривать только, кадры, с найденными лицами, то можно отметить, что распознавание методом главных компонент дает довольно не плохие результаты, даже в случае отсутствия предварительной обработки изображений. Тестирование было проведено, на трех образах людей. Процент распознавания данных образов с учетом использования предварительной обработки изображений составил: образ «Zena» – 63,9 %, образ «Ken» – 58 %, образ «Anna» – 92,3 %.

Библиографические ссылки

1. Мурыгин К. В. Обнаружение объектов на изображении на основе каскада классификаторов // Искусственный интеллект. 2007. Вып. 2. С. 104–108.
2. Viola P., Jones J. Robust real-time object detection // Proc. of IEEE Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision, 2001. P. 324–332.
3. Померанцев А. А. Метод главных компонент [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nlpr.ia.ac.cn/english/irds/papers/wangliang/ACCV2002.pdf> (дата обращения: 07.04.2015).

© Лаптева М. А., Болдырев К. М., 2015

УДК 004.942

МУЛЬТИМЕДИА ПОДДЕРЖКА ВНЕДРЕНИЯ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО АЭРАТОРА НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Г. А. Морозов
Научный руководитель – Ю. Б. Козлова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: justyfai@gmail.com

Проектирование систем очистных сооружений на основе гидропневматического аэратора является трудоёмкой работой в связи с многофакторностью и взаимозависимостью параметров, используемых при расчетах. Применение компьютерного моделирования, в связке с традиционными способами расчета, помогает вывести качество проектируемых систем на новый уровень. Имитационная модель работы гидропневматического аэратора дает возможность проанализировать работу системы с различными входными параметрами, без физической реализации проекта.

Ключевые слова: имитационные модели, проектирование систем, очистные сооружения.

MULTIMEDIA SUPPORT OF THE IMPLEMENTATION THE HYDROPNEUMATIC AERATOR AT KRASNOYARSK KRAI

G. A. Morozov
Scientific supervisor – J. B. Kozlova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: justyfai@gmail.com

Designing of treatment facilities systems which are based on a hydropneumatic aerator is a time-consuming work because the parameters used in the calculations are multifactorial and interdependent. The use of computer simulations in conjunction with traditional methods of calculation, helps to bring the quality of designed systems to a new level. A simulation model of the hydropneumatic aerator provides an opportunity to analyze the system with different input parameters, without a physical implementation of the project.

Keywords: simulation models, systems design, wastewater treatment plant.

Вода – ценнейший природный ресурс. Исключительно важна роль воды в возникновении и поддержании жизни на Земле, в химическом строении живых организмов, в формировании климата и погоды. Вода является важнейшим веществом для всех живых существ на планете Земля.

Сброс неочищенных сточных вод в водные источники приводит к микробиологическим загрязнениям воды. По оценкам Всемирной организации здравоохранения – 80 % заболеваний в мире вызваны неподобающим качеством и антисанитарным состоянием воды. Для решения данной проблемы используются очистные сооружения сточных вод. Один из этапов такой очистки – биологическая очистка с применением аэраторов. Аэратор – это устройство для насыщения воды кислородом воздуха. В сооружениях биологической очистки сточных вод аэратор применяют для насыщения воды кислородом воздуха, обеспечивающего жизнедеятельность микроорганизмов, ускоряющего процесс минерализации растворенных органических веществ, в очистных водопроводных сооружениях [1].

Многолетний опыт применения аэрационных сооружений для очистки сточных вод сопровождался накоплением данных, необходимых для расчета и проектирования этих сооружений. Метод их расчета постоянно совершенствовался, все более полно учитывались факторы, определяющие характер протекания очистных процессов в этих сооружениях. Все важнейшие положения метода расчета основаны на результатах многочисленных теоретических и экспериментальных исследований ученых в этой области и их проверке в конкретных условиях применения [2].

Для сокращения расходов на эксперименты имеет смысл разработки автоматизированных информационных систем, которые дадут представление о реальном производстве и применяемых технологических процессах. К одной из таких систем относится компьютерное моделирование технологических процессов. Одним из основных этапов мультимедиа поддержки внедрения гидропневматического аэратора является создание его имитационной модели. Применение компьютерного моделирования в связке с традиционными способами расчета помогает при проектировании систем аэрации, что в свою очередь повышает степень очистки сточных вод. На данный момент расчеты параметров очистки сточных вод производятся вручную, что сильно увеличивает необходимое для создания систем аэрации время, в связи с их многофакторностью и взаимозависимостью.

При проектировании аэрационных систем, используется около 90 входных параметров, таких как длина затопленной струи, зольность ила, количество коридоров аэротенка и другие [3]. Имитационная модель позволяет спроектировать систему, основываясь на этих параметрах, следить за поведением системы, при их изменении, моделировать аварийные ситуации. При использовании имитационной модели работы гидропневматического аэратора производится расчет технологических параметров аэрационных систем, представляемых в виде определенных значений, графиков и создания очистных сооружений на основе гидропневматического аэратора.

Очистные сооружения, аэрационные системы существуют в каждом городе каждой страны. Данная система направлена на помощь внедрения гидропневматического аэратора на территории Красноярского Края.

Библиографические ссылки

1. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М. : Акварос, 2003. 178 с.
2. Карелин Я. А. Биохимическая очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. М. : Пищевая промышленность, 2004. 30 с.
3. Дыханов Н. Н., Собеневская Л. Н. Способ биохимической очистки сточных вод содержащих ионы железа и алюминия. М. : Стройиздат, 2001. 69 с.

© Морозов Г. А., 2015

УДК 004.932

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ

Е. И. Орешкина
 Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: ms.oreshkina@inbox.ru

Рассмотрены различные методы нанесения цифровых водяных знаков для защиты авторских прав. Представлена расширенная классификация методов. Проведен подробный анализ методов по степени восприятия, обратимости, по способу и области встраивания.

Ключевые слова: цифровой водяной знак, сокрытие информации, маркирование.

CLASSIFICATION OF EMBEDDING DIGITAL WATERMARKING METHODS

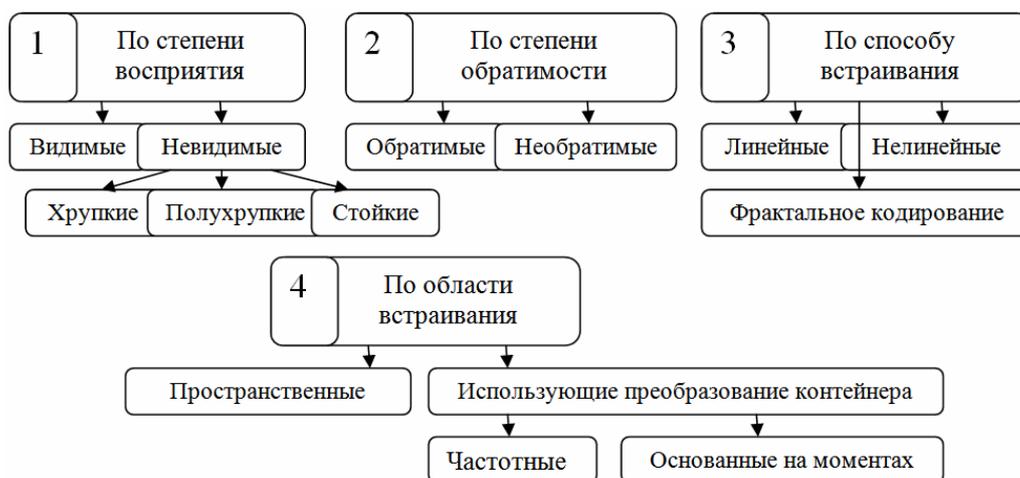
E. I. Oreshkina
 Scientific supervisor – M. N. Favorskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: ms.oreshkina@inbox.ru

In the paper were reviewed difficult methods of embedding digital watermark for copyright protection. Was introduced extended classification of methods. Were analyzed watermarking methods of the degree of reversibility, perception, on the way and domain of embedding the mark.

Keywords: digital watermarking, hiding information, marking.

В связи с активным использованием сети Интернет и расширением возможностей передачи, копирования и распространения различной мультимедийной информации усилилась необходимость защиты авторских прав. Одной из таких технологий является технология нанесения на аудио- и/или видео-сообщение цифровых водяных знаков (ЦВЗ). Впервые термин «Digital watermarking» был введен в работе [1], и получил свое название от способа защиты от подделки ценных бумаг. Технология цифрового маркирования быстро развивается. В настоящее время разработаны различные методы нанесения ЦВЗ, классификация которых представлена на рисунке.



Классификация методов цифрового маркирования

Встраиваемый знак может быть как видимый глазу, так и не видимый. Второй вариант распространен намного шире и делится на хрупкие, стойкие (робастные) и полухрупкие ЦВЗ. В случае хрупкой системы ЦВЗ, водяной знак разрушается после любых незначительных изменений контейнера. Такие знаки необходимы для аутентификации сигнала (цифровые отпечатки пальцев). В противоположность хрупким ЦВЗ, робастные знаки должны переносить различные виды атак: сжатие, аффинные преобразования (масштабирование, повороты) и другие. Такие знаки используют для определения авторства. Полухрупкий ЦВЗ – это знак, обладающий избирательной стойкостью, т. е. допускающий преобразования контейнера, но разрушающийся от других действий.

Обратимые алгоритмы позволяют извлечь водяной знак, и полностью восстановить контейнер для дальнейшей работы с ним. Применение данных алгоритмов необходимо для медицинских и военных приложений, где любые искажения изображений категорически запрещены. Необратимые алгоритмы при извлечении ЦВЗ вносят некоторые изменения в первоначальный контейнер, поэтому цель разработчика таких алгоритмов заключается в снижении уровня искажений до минимально возможных.

В более сложных обратимых методах можно выделить алгоритмы, основанные на модификациях гистограмм изображения и алгоритмы, основанные на преднамеренной регулировке значения разности между соседними парами пикселей. Достоинствами первой группы алгоритмов являются простота реализации и минимум информации для декодера, недостатком же является ограничение емкости встраивания, зависимое от количества вхождений точек максимума яркости. Вторая группа алгоритмов позволяет встраивать в сообщение большие объемы информации, однако с ростом объемов ЦВЗ ухудшается качество маркированного изображения.

Также различают линейные и, соответственно, нелинейные методы нанесения ЦВЗ, а также методы, использующие фрактальное кодирование, основанное на предположении, что изображение самоподобно [2]. Линейные алгоритмы можно разделить на алгоритмы встраивания (аддитивные), когда в изображение добавляется цифровое сообщение, и алгоритмы слияния (fusion), когда в изображение «вплавляется» другое изображение, например логотип. Рядом авторов было предложено использование корреляционных алгоритмов. Данное решение оправдано, если пользователю необходимо извлечь скрытое сообщение, и основной контейнер можно воспринимать как шум (необратимый метод). Преимуществом алгоритмов слияния перед алгоритмами встраивания является допущение легкого искажения ЦВЗ при извлечении.

Алгоритмы пространственной области внедряют ЦВЗ в исходное изображение. Их преимуществом является то, что нет необходимости выполнять преобразования изображений. ЦВЗ внедряется за счет манипуляций яркостью или цветовыми составляющими. Недостатком таких алгоритмов является слабая устойчивость к различным операциям обработки изображения. Частотные алгоритмы, основанные на преобразованиях изображения, реализуются сложнее, т. к. перед внедрением ЦВЗ необходимо «перераспределить энергию» контейнера, чтобы встроить сообщение в специальные спектральные области. За счет подобной декомпозиции изображения ЦВЗ становится робастным к атакам.

Методы, основанные на моментах изображений, применяются для защиты ЦВЗ от геометрических преобразований контейнера. Однако они имеют узкую направленность, а их основным недостатком является низкий уровень безопасности от других видов атак.

Библиографические ссылки

1. Osborne C., van Schyndel R., Tirkel A. A Digital Watermark // IEEE Intern. Conf. on Image Processing, 1994. P. 86–90.
2. Грибунин В. Г., Оков И. Н., Туринцев В. И. Цифровая стеганография. М. : СОЛОН-Пресс, 2002. 272 с.

© Орешкина Е. И., 2015

УДК 004.942

СПЛАЙН АППРОКСИМАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

А. С. Савельев

Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: alxsave@gmail.com

Представлен комплексный алгоритм, состоящий из нескольких методов пошаговой обработки изображения, позволяющий сориентировать транспортное средство на дороге, за счет определения положения дорожной разметки и/или границ дорожного полотна. В основе данного алгоритма лежит принцип моделирования границ/разметки с помощью сплайна Катмул-Рома. Данный метод позволяет локализовывать и прогнозировать направление «движения» дороги.

Ключевые слова: распознавание дорожной разметки, сплайн моделирование, автоматизированное транспортное средство.

SPLINE APPROXIMATION OF THE IMAGE OF ROAD MARKING

A. S. Savelev

Scientific supervisor – M. N. Favorskaia

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: alxsave@gmail.com

In this paper proposed a complex algorithm, which consists of several methods of sequential image processing, which allows to orient the vehicle on the road, by determining the position of road markings and / or the boundaries of the roadway. The basis of this algorithm is based on the principle of modeling boundaries / markup using spline Catmull Rom. This method allows to predict the direction and localize “movement” of the road.

Keywords: road marking detection, spline modeling, automated vehicle.

К настоящему времени существует множество алгоритмов «обнаружения» дорожной разметки. Обычно они используют различные дорожные модели (двух, трех – мерные, прямые или изогнутые), а также различные методы (метод Хафа, поиск шаблонов, нейронные сети и т. д.). Так методы, применяемые в системе ARCADE [1] используют робастные вычисления, для определения изгиба и направления дороги. Таким образом, после однократного определения области изображения содержащим дорожное полотно, система ARCADE минимизирует время и ресурсы для локализации пограничных точек описывающих дорожную разметку.

Сплайн Катмул-Рома [2], также известный как сплайн Оверхаустера, является локально интерполированным сплайном, разработанным для применения в компьютерной графике. Изначально его использовали для построения кривых и поверхностей, но иногда он находил применение и в других задачах. В представленной задаче с помощью сплайна Катмул-Рома происходит построение плавной линии соединяющей последовательность заданных точек. На рис. 1 показана модель границ дороги и модель изображения, и если определить конечные точки схождения линий не представляет большого труда, то поиск точек изгиба (P_{L1} , P_{R1}), является более сложной задачей, и формула [3] их вычисления имеет следующий вид:

$$k_{l1,r1} = \frac{(r_{l1} - hz)(r_{l1}k_{l1} - r_{l1} + hz)}{c_{l1}^2k_{l1} + k_{l1}(\lambda^2 - hz^2) - c_{l1}(r_{l1} - hz)},$$

где $(rL1, cL1)$ – координаты точки $PL1$; $kL1$ – наклон касательной в точке $PL1$; λ – фокальная длина; hz – линия горизонта.

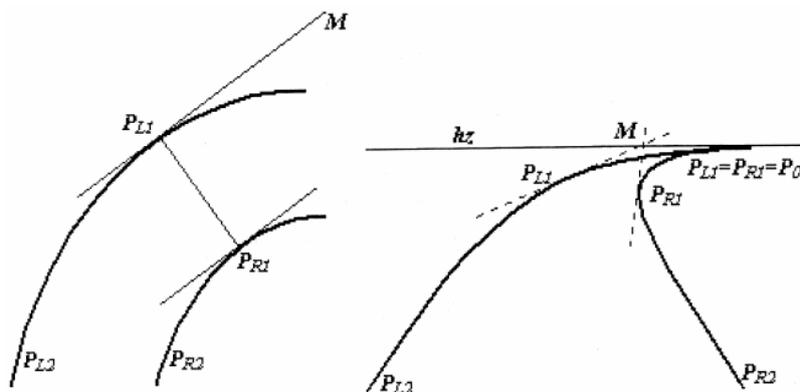


Рис. 1

Следующим этапом необходимо вычислить точку горизонта, на данном этапе принимается во внимание эффект перспективы [4], который говорит о том, что все параллельные линии сходятся в одной точке лежащей на линии горизонта. Для этого сначала необходимо найти имеющиеся на изображении границы. В данном случае подходит метод Санны [5] результат которого можно увидеть на (рис. 2).



Рис. 2

Затем используется один из методов нахождения прямых на изображении как например метод основанный на преобразованиях Хаффа [6] (рис. 3), после чего каждый из найденных отрезков продлевается в обе стороны, до краев изображения, и затем находится точка наибольшего пересечения всех прямых (рис. 4).

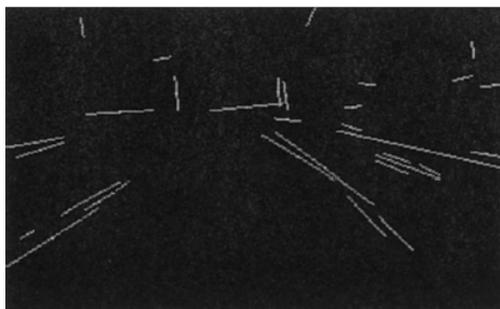


Рис. 3

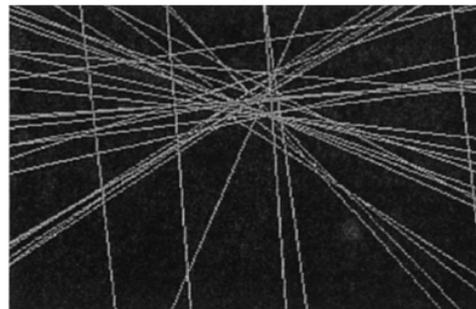


Рис. 4

Результатом работы вышеописанного метода является нахождение линии горизонта (рис. 5).

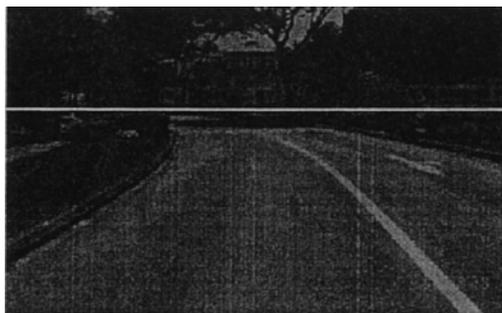


Рис. 5

После нахождения всех необходимых точек (рис. 1), а именно точки горизонта P_0 , точек изгиба дороги (PL_1 , PR_1) и ближайших точек начала разметки (PL_2 , PR_2), становится возможным построение модели дорожной разметки, описывающей направление дороги (рис. 6).



Рис. 6

В результате был получен алгоритм, сочетающий в себе множество методов, позволяющих добиться достаточной инвариантности к качеству изображения (шум, тени, различные типы освещения). А также данный алгоритм способен работать как на размеченных дорожных покрытиях так и на обычном покрытии, имеющем только естественные границы.

Библиографические ссылки

1. Magee M. J., Aggarwal J. K., 1984. Determining vanishing points from perspective images. In: Computer Vision Graphics Image Process. 26, С. 256–267.
2. Mclean G. F., Kotturi D., 1995. Vanishing point detection by line clustering. IEEE Trans. PAMI 17 (11). С. 1090–1095.
3. Quan L., Mohr R., 1989. Determining perspective structures using hierarchical Hough transform. In: Pattern Recognition Letters 9. С. 279–286.
4. Serge B., Michle B., 1994. Road segmentation and obstacle detection by a fast watershed transform. In: Proc. Intelligent Vehicles '94 Symposium. С. 296–301.
5. Toi A., Kittler J., Petrou M., Windeatt T., 1993. Vanishing point detection. Image and Vision Comput. 11. С. 240–245.
6. Xuan Y., Serge B., Michel B., 1992. Road tracking, lane segmentation and obstacle recognition by mathematical morphology. С. 166–170.

© Савельев А. С., 2015

УДК 004.9

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗАМИ

М. М. Сапрыкина
Научный руководитель – Ю. Б. Козлова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: saprykina.mm@ya.ru

Описываются системы автоматизированного управления вузом. Приводятся примеры систем, производится их анализ и сравнение.

Ключевые слова: система, управление, вузом.

FUNCTIONAL SPECIFICS OF CONTROL SYSTEMS UNIVERSITIES

M. M. Saprykina
Scientific supervisor – Yu. B. Kozlova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: saprykina.mm@ya.ru

The paper describes the automated management systems of the university. Also examples of systems are presented as well as analysis and comparison of these systems is implemented.

Keywords: systems, management, university.

Сопровождение работы вузов сегодня требует внедрения новых информационных технологий.

Важными составляющими для этого является: хорошее оснащение телекоммуникационной и компьютерной техникой всех подразделений университета; разработка и внедрение специализированного программного обеспечения; повышение информационной квалификации работников системы образования. Специализированное программное обеспечение, хотя и нацелено на решение базовых задач управления в образовательных процессах, но практика показывает, что не все задачи обрабатываются такими системами, и особенно хочется отметить отсутствие автоматизации оформления документов в механизмах академических восстановлений и переводов.

Чтобы решить проблемы недостающих компонентов автоматизации в работе, вузы разрабатывают свою информационную систему, которую свободно модернизируют и усовершенствуют (например, «Паллада» СибГАУ имени академика М. Ф. Решетнева), внедряют несколько независимых информационных систем (например, покупают стороннюю программу для автоматизации учебного процесса и 1С для бухгалтерии), либо внедряют один полномасштабный, крупный продукт (например, система «Магеллан» [1]).

Есть свои плюсы и минусы этих решений. Например, для создания своей информационной системы вузу требуются специалисты высокого уровня. Для двух и более не взаимодействующих между собой программ могут возникать трудности в противоречивости или дублировании информации, а также необходимость обучения работников использовать несколько систем с разными организационными функциями. Использование одного крупного продукта, зачастую приводит к огромным затратам, как на саму систему так и на поддержку системы, так же отсутствие открытого кода для доработки системы под удобство работы сотрудников.

Поэтому актуальность состоит в создании информационной системы удовлетворяющей всем требованиям. Далее рассмотрим и проведем анализ российских систем автоматизации управления учебным процессом (см. таблицу).

Сравнительный анализ автоматизированных систем управления вузом

Свойства \ Системы	БИТ.ВУЗ Учебная часть [2]	Магеллан	ИСУ ВУЗ [3]	Паллада
Управление учебным процессом	+	+	+	+
Печать дипломов и приложений	+	+	+	–
Создание академических справок	+	–	+	–
Представления для потока студентов	–	–	–	–

Таким образом, отмечаем, что ни одна из рассмотренных систем не поддерживает функционал представлений для академических переводов. Хотя этот процесс требует большого внимания и времени, особенно в условиях не стабильности учебных планов, что связано с изменениями стандартов. На сегодняшний день решение проблем сопровождения академических переводов в СибГАУ, ИИТК намечено в рамках работы над выпускной квалифицированной работой. Первая версия программного обеспечения будет иметь локальный характер, в дальнейшем планируется сопряжение разработанного функционала с системой «Паллада».

Библиографические ссылки

1. Система автоматизированного управления учебным процессом «Магеллан» [Электронный ресурс]. URL: <http://magellanius.ru/> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Система управления вузом «БИТ.ВУЗ» [Электронный ресурс]. URL: http://pulsar.ru/1c_vuz/ (дата обращения: 07.04.2015).
3. Интегрированная система управления учебным процессом «ИСУ ВУЗ» [Электронный ресурс]. URL: <http://isuvuz.ru/> (дата обращения: 07.04.2015).

© Сапрыкина М. М., 2015

УДК 004.932

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ЗАДАЧИ СЕГМЕНТАЦИИ КОЖИ

К. В. Степурко, Е. Г. Абдугалимова
Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: croszeria@mail.ru

Рассмотрен способ решения задачи поиска возможных областей рук в режиме реального времени. Проведен сравнительный анализ методов автокоррекции видеопотока по следующим параметрам: время обработки, площади найденных программой областей лица и руки. Результаты анализа сведены в соответствующую таблицу.

Ключевые слова: цветовая сегментация, автокоррекция видеопотока, Retinex-алгоритм.

REAL TIME PREPROCESSING OF VIDEO SEQUENCE IN FOR SKIN SEGMENTATION

K. V. Stepurko, E. G. Abdugalimova
Scientific supervisor – M. N. Favorskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: croszeria@mail.ru

The way of solving the problem of search for possible areas of hands in real time is considered. The comparative analysis of methods of video auto-correction on following parameters: the processing time, the area of found areas of the face and hand. Analysis results are summarized in the table.

Keywords: color segmentation, auto-correction of video, Retinex-algorithm.

Сегментация и распознавание жестов является сложной задачей машинного зрения, которая дополнительно усложняется при использовании веб-камер низкого разрешения, при неравномерном освещении сцены и других артефактов. Качество видеоматериалов, поступающих с таких камер, требует улучшения. Одним из способов улучшения качества видеопотока является использование методов автокоррекции.

Для анализа методов автокоррекции был разработан программный продукт для поиска возможных областей рук на видеопоследовательности в режиме реального времени. Поиск возможных областей рук определяется следующим образом:

- автокоррекция видеопотока (Autolevels [1], Single-Scale Retinex [3], Multi-Scale Retinex [3] и эквализация [4]);
- поиск областей кожи происходит по нижеприведенной процедуре:

$$\begin{aligned} R > 95 \text{ and } G > 40 \text{ and } B > 20, \\ \max\{R, G, B\} - \min\{R, G, B\} > 15 \text{ and} \\ |R - G| > 15 \text{ and } R > G \text{ and } R > B; \end{aligned} \quad (1)$$

- морфологическая обработка (операция расширения);
- сегментация (разделение обнаруженных областей кожи);
- исключение ложных областей (область руки занимает примерно 10–30 % от всего изображения и центр масс области не может находиться ниже 1/4 высоты изображения).

Программа разработана на языке Delphi в среде Embracadero RAD Studio XE.

Тестирование проводилось при следующих условиях: процессор – Intel Core i5-4200M CPU 2.50GHz, ОЗУ – 8,00 ГБ, видеопоследовательность, взятая из общедоступных источников [2].

Анализ работы методов автокоррекции проводился по следующим критериям: время, которое программа затрачивала на обработку кадра и площадь найденных программой областей кожи (с предварительной автокоррекцией и без нее).

Среднее время обработки одного кадра: с методом «Autolevels» – 51,036 мс, с методом «Single-Scale Retinex» – 87,953 мс, с методом «Multi-Scale Retinex» – 94,537 мс, с эквализацией – 78,648 мс, без применения автокоррекции – 14,829 мс.

В результате работы программы были найдены изображения руки и лица. Лицо найдено, так как программа должна находить все участки, похожие на кожу. В таблице показано, насколько найденные программой области руки и лица совпадают с областями, выделенными экспертом.

Площади совпадения найденных и ранее выделенных областей кожи при предварительном улучшении видео и без него

№ кадра \ S, %	Без применения автокоррекции		Autolevels		Single-Scale Retinex		Multi-Scale Retinex		Эквализация
	Рука	Лицо	Рука	Лицо	Рука	Лицо	Рука	Лицо	
31	84,38	86,05	85,01	85,4	85,2	86,59	84,86	85,75	84,16
94	85,01	85,11	84,83	85,47	85,86	86,7	85,61	86,59	84,59
136	84,26	86,3	85,35	85,53	85,9	85,67	85,9	86,69	83,54
193	84,92	85,14	83,99	85,78	85,7	85,8	85,7	85,67	83,43
240	84,87	85,22	84,4	85,87	84,99	86,44	84,99	86,48	83,49
269	84,19	85,31	84,28	86,35	85,02	85,72	84,91	85,79	83,54

Согласно представленным выше данным, лучшим по быстрдействию является метод «Autolevels», худшим стал метод «Multi-Scale Retinex».

Программа с предварительным улучшением видео методом эквализации нашла только изображение руки и при этом в сравнении с применением других методов автокоррекции показала худшие результаты. Лучший результат программа дает с применением методов семейства Retinex.

Таким образом, наиболее подходящим методом для решения поставленной задачи можно назвать метод «Single-Scale Retinex», который не является самым быстродействующим, тем не менее, находит возможные области руки в большинстве случаев.

Библиографические ссылки

1. Конушин А. Общая схема алгоритмов распознавания [Электронный ресурс]. URL: http://courses.graphicon.ru/files/courses/vision/2009/cv_2009_02.pdf (дата обращения: 11.03.2015).
2. Порядок [Электронный ресурс]. URL: http://www.youtube.com/watch?v=qCqEFd7wp_U (дата обращения: 10.03.2015).
3. Daniel J. Jobson A Multiscale Retinex for Bridging the Gap Between Color Images and the Human Observation of Scenes) [Электронный ресурс]. URL: <http://fias.uni-frankfurt.de/~triesch/courses/275vision/papers/multiscaleRetinex.pdf> (дата обращения: 10.03.2015).
4. Histogram Equalization [Электронный ресурс]. URL: http://www.math.uci.edu/icamp/courses/math77c/demos/hist_eq.pdf (дата обращения: 10.03.2015).

© Степурко К. В., Абдугалимова Е. Г., 2015

УДК 004.65

СИСТМА СЕГМЕНТАЦИИ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ ЛАНДШАФТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Н. А. Тарелов
Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nikita_t_a@mail.ru

Рассмотрены задачи сегментации и кластеризации ландшафтных изображений при проведении мониторинга. Проведено тестирование программного продукта. Экспериментальные результаты показали, что точность кластеризации варьируется в диапазоне от 80 до 83 %.

Ключевые слова: мониторинг, кластеризация изображений, мультипороговая сегментация, сегментация на основе связанных областей.

SEGMENTATION SYSTEM AND CLUSTERING OF LANDSCAPE IMAGES

N. A. Tarelov
Scientific supervisor – M. N. Favorskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nikita_t_a@mail.ru

Reviewed the problems of segmentation and clustering of landscape images for monitoring. Conducted testing of software product. Experimental results have shown that the accuracy of clustering ranges from 80 to 83 %.

Keywords: monitoring, clustering images, multispectral segmentation, segmentation based on connected regions.

В современных условиях научно-технического прогресса антропогенное воздействие на природные ландшафты приобрело огромные масштабы, создавая реальную опасность нарушения экологического равновесия практически любых территорий. Масштабы нарушений столь велики, что приводят к необходимости ведения постоянного экологического мониторинга. При проведении экологического мониторинга, приходится работать со снимком местности, полученным с летающих носителей. Задачей классификации объектов и местности занимается определенный человек. В связи с большим объемом информации этот процесс является весьма трудоемким. Задачей классификации объектов и местности занимается определенный человек-дешифратор аэрофотоснимков.

Разработка программного продукта, с применением программных средств и технологий, существующих на данный момент, может значительно облегчить задачу распознавания объектов и местности на аэрофотоснимке. Первоначальным этапом классификации объектов и местности является сегментация изображения, и последующая кластеризация. Поэтому разработка системы кластеризации ландшафтных изображений является актуальной задачей [1].

Первоначальным этапом кластеризации изображений, является его сглаживание, с последующим избавлением от шумов. В качестве сглаживающих фильтров были реализованы фильтры Гаусса и фильтр Кувахара. Фильтры были протестированы по критерию быстродействия и по метрикам MSAD и PSNR.

На рис. 1 представлен график зависимости работы определенного фильтра от размера изображения. На вход подавалось зашумленное изображение, и затем применялось шумоподавление с помощью фильтра Гаусса и фильтра Кувахара. В качестве параметров на вход фильтрам подавались радиусы размытия 5, 7 и 11.

Помимо этого, каждый раз с применением сглаживающего фильтра рассчитывались метрики, по которым можно судить о том, или ином шумоподавляющем фильтре.

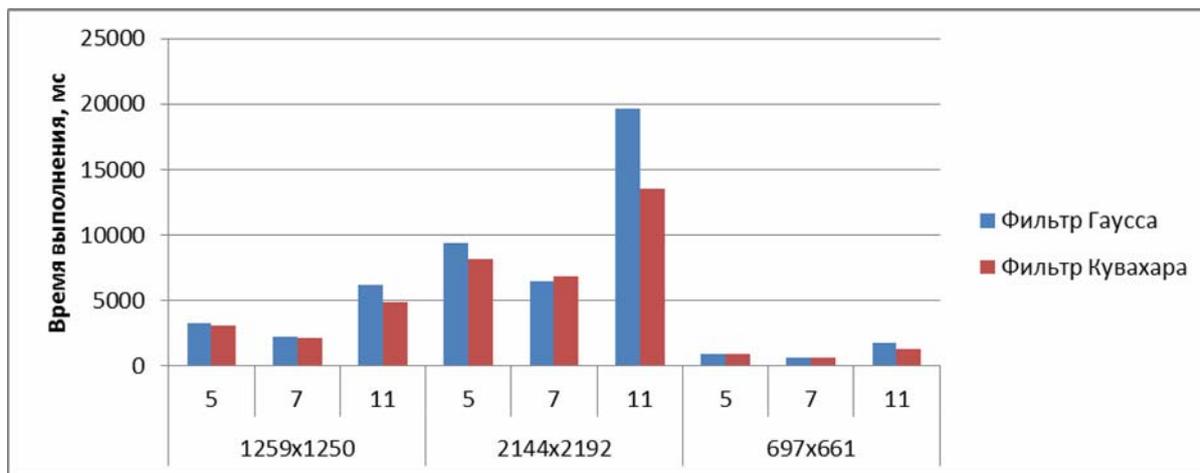


Рис. 1. График сравнения времени выполнения для изображений с разным разрешением с применением фильтров Гаусса и Кувахары, с разным радиусом размытия

На рис. 2 представлен график сравнения рассчитанной метрики PSNR, для фильтра Гаусса и фильтра Кувахары. Судя по графику можно увидеть, что наиболее эффективным шумоподавляющим фильтром оказался фильтр Кувахары, на изображении с разрешением 2144x2192, с применением маски размытия равной 11. Наименее эффективным показал себя фильтр Гаусса, на изображении с разрешением 697x661.

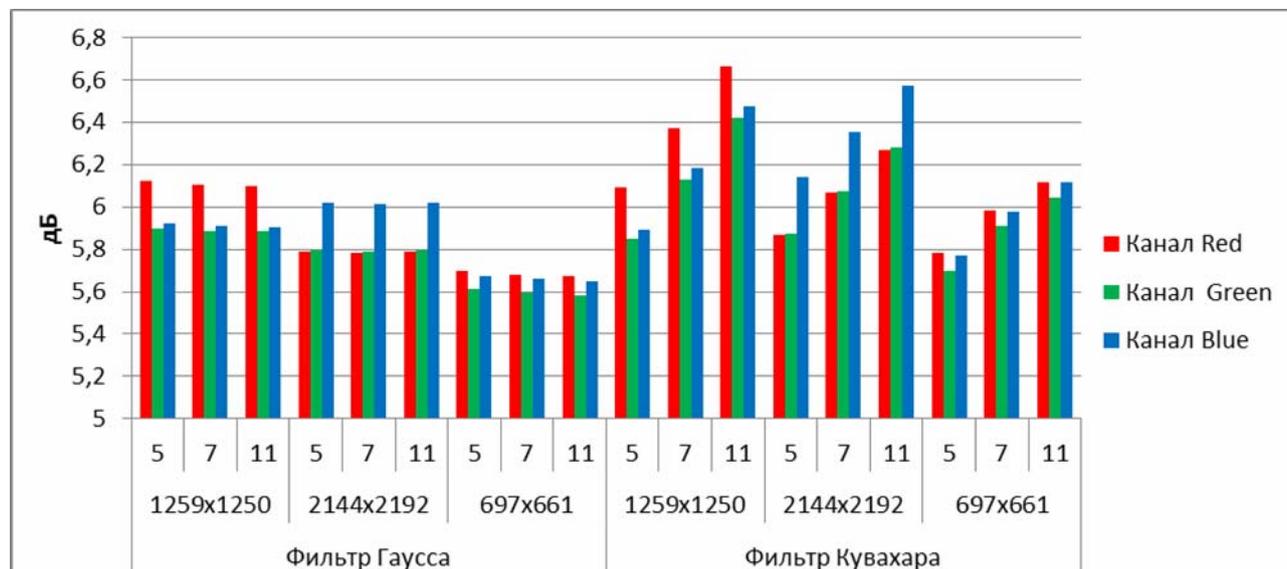


Рис. 2. График сравнения рассчитанной метрики PSNR для всех фильтров с разным радиусом размытия для изображений с разным разрешением по всем трем каналам (Red, Green, Blue)

На рис. 3 представлен график сравнения рассчитанной метрики MSAD, для фильтра Гаусса и фильтра Кувахары. Судя по графику можно увидеть, что наиболее эффективным фильтром по метрике MSAD оказался фильтр Гаусса, на изображении с разрешением 2144x2192. Наименее эффективным показал себя фильтр Кувахары, на изображении с разрешением 697x661, с маской размытия равно 5.

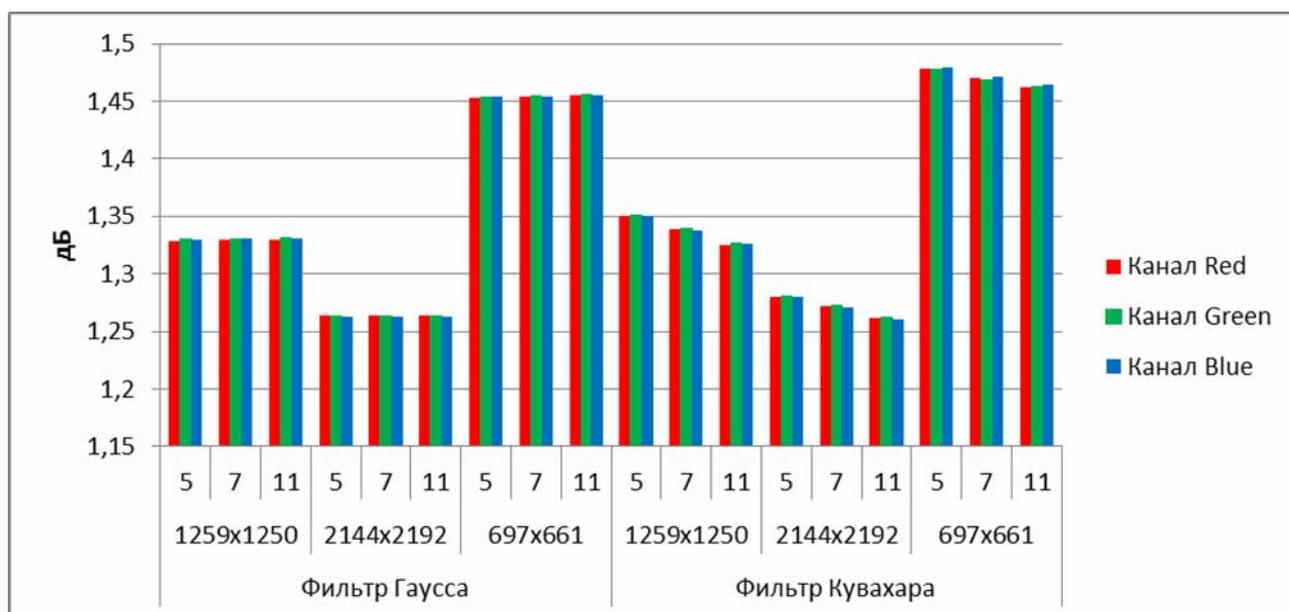


Рис. 3. График сравнения рассчитанной метрики MSAD для всех фильтров с разным радиусом размытия для изображений с разным разрешением по всем трем каналам (Red, Green, Blue)

Произведен анализ существующих методов кластеризации изображений. Выбор того или иного метода кластеризации зависит от поставленной задачи. Первым этапом является сегментация изображения. В качестве методов сегментации были выбраны методы сегментации на основе связностей областей, а так же мультипороговая сегментация.

Связная область изображения – это самостоятельная семантическая единица, позволяющая вести дальнейший геометрический, логический, топологический и любой другой анализ изображения. Идея сегментации на основе связных областей заключается в том, что обнаруженный связный сегмент помечается либо новой оригинальной меткой (если он ни одним пикселем не касается какого-либо уже помеченного сегмента в предыдущей по ходу анализа строке), либо меткой той области, которой принадлежит граничащий с ним отрезок предыдущей строки. Такой алгоритм построчного просмотра изображения обеспечивает существенно более высокое быстродействие, однако в процессе пометки сегментов могут возникать так называемые коллизии или «столкновения» меток.

Мультипороговая сегментация изображения по уровням яркости – простейший вид сегментации изображения. Этот метод основан на том, что многие объекты или области изображения характеризуются постоянной отражательной способностью или поглощением света на их поверхности. Отличительной чертой мультипороговой сегментации являются вычислительная эффективность и возможность использования в системах реального времени.

В качестве метода кластеризации был выбран метод k -средних. Суть метода заключается в разбиении множества элементов векторного пространства на заранее известное число кластеров k . Действие алгоритма таково, что он стремится минимизировать среднеквадратичное отклонение на точках каждого кластера. Основная идея заключается в том, что на каждой итерации перевычисляется центр масс для каждого кластера, полученного на предыдущем шаге, затем векторы разбиваются на кластеры вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике. Алгоритм завершается, когда на какой-то итерации не происходит изменения кластеров.

Программный продукт был протестирован. В качестве базы текстур, были взяты нарезки со снимков, произведенных со спутника. В качестве данных, используемых при разбиении изображения на регионы, было решено использовать текстурные признаки изображений, основанные на статических характеристиках.

На рис. 4 представлен график вероятности ошибок кластеризации с применением фильтра Гаусса и фильтра Кувахары. На вход программы подавалось изображение, которое должно было быть подвергнуто кластеризации. В качестве входным параметров так же были поданы эталонные текстурные признаки, которые были выбраны экспертом. Изображение было подвергнуто фильтрации с помощью фильтра Гаусса и фильтра Кувахары, с радиусом размытия равным 21, 23 и 25. В качестве параметром кластеризации были выбраны шаги обхода изображения равные 40 и 50.

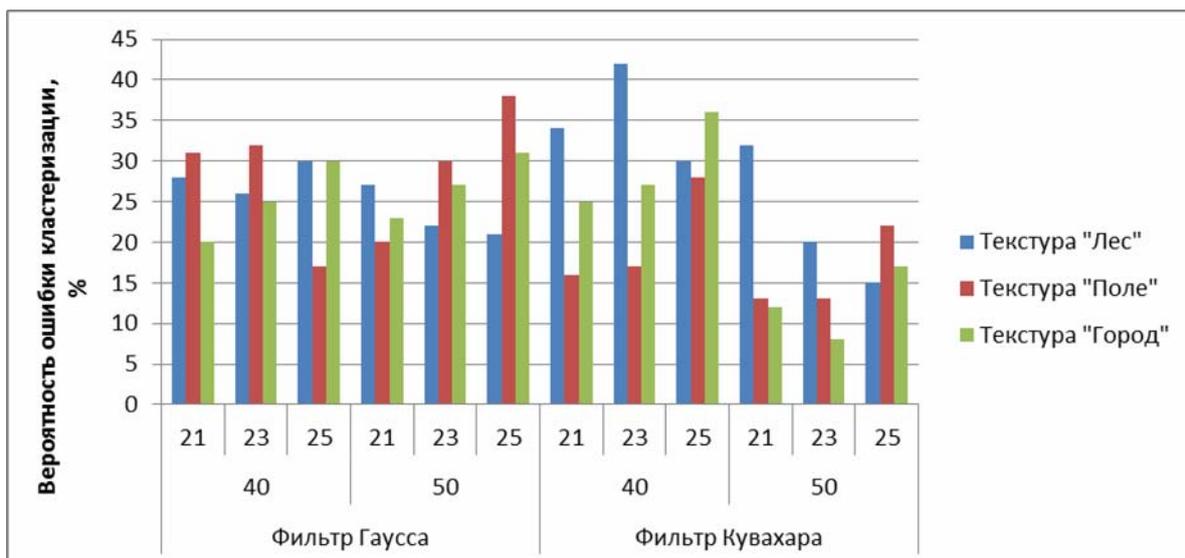


Рис. 4. График вероятности ошибок кластеризации с применением фильтров Гаусса и Кувахаара с разным шагом обхода, для трех текстур

Таким образом, кластеризация ландшафтных изображений выполняется с приемлемым качеством. Точность сегментации составляет 80–83 %.

Библиографический ссылки

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Потапов А. А. Новые информационные технологии на основе вероятностных текстурных и фрактальных признаков в радиолокационном обнаружении малоконтрастных целей // Радиотехника и электроника. № 9. 2003. С. 1101–1119.
3. Shapiro L. G., Stockman G. C. Computer Vision. New Jersey, Prentice-Hall, 2001. P. 279–325.

© Тарелов Н. А., 2015

УДК 004.652.2

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЯВКИ В КОМПАНИИ ООО «РУСПРОМКОМ»

А. А. Таскаева
Научный руководитель – О. Н. Моргунова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: olgamorgunova@mail.ru, 79232951316@yandex.ru

Предлагается использование web-технологий для повышения уровня сервиса, предоставляемого компанией клиентам. Технология AJAX используется для повышения скорости обновления web-страницы.

Ключевые слова: web-приложение, AJAX, online-заявка.

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION FOR DRAWING UP AN ORDER IN THE COMPANY “RUSPROMECO”

A. A. Taskaeva
Scientific supervisor – O. N. Morgunova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: olgamorgunova@mail.ru, 79232951316@yandex.ru

In this work use of web technologies for increase of level of the service provided by the company to clients is offered. The AJAX technology is used for increase of speed of updating of the web page.

Keywords: web-technologies, AJAX, on-line order.

В компании «РусПромКом» в течение ряда лет для калькуляции затрат использовалось приложение, разработанное в среде Microsoft Excel. Данное приложение выполняло следующие функции: расчет объема, затраченного материала на изготовление вентиляции, и расчет суммы заказа.

Автором статьи была разработана информационная система «Система учётов материалов для компании РусПромКом», позволяющая в удобной форме хранить информацию обо всех заказах и заказчиках. В настоящее время в связи с расширением компании с целью привлечения большего числа клиентов возникает задача повышения удобства работы клиентов с программой. Одним из важных критериев качества такой программы является возможность заполнения заявки в режиме online. В новом web-приложении предполагается реализовать дополнительные функции: автоматизировать процесс для поиска конкретных изделий и металла, и формирования отчёта для менеджера. Для уменьшения времени отклика сервера, для ускорения обновления web-страницы предполагается использовать технологию AJAX [1].

AJAX подходит к построению интерактивных пользовательских интерфейсов web-приложений, заключающийся в «фоновом» обмене данными браузера с web-сервером. В результате, при обновлении данных web-страница не перезагружается полностью, и web-приложения становятся быстрее и удобнее.

В классической модели web-приложения пользователь заходит на web-страницу и нажимает на какой-нибудь её элемент, браузер формирует и отправляет запрос серверу, в ответ сервер генерирует совершенно новую web-страницу и отправляет её браузеру и так далее, после чего браузер полностью перегружает всю страницу.

При использовании технологии AJAX пользователь заходит на web-страницу и нажимает на какой-нибудь элемент, скрипт определяет, какая информация необходима для обновления страницы, браузер отправляет соответствующий запрос на сервер, сервер возвращает только ту часть документа,

на которую пришел запрос. Скрипт вносит изменения только с учётом полученной информации, без полной перезагрузки страницы.

Предполагается базу данных для информационной системы реализовать в среде PostgreSQL [2].

На наш взгляд, предложенный подход позволит повысить степень удовлетворенности клиентов уровнем сервиса в компании.

Библиографические ссылки

1. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/AJAX> (дата обращения: 12.04.2015).
2. Уорсли Дж., Дрейк Дж. PostgreSQL. Для профессионалов : пер. с англ. СПб. : Питер, 2003. 496 с.

© Таскаева А. А., 2015

УДК 004.925

СЕГМЕНТАЦИЯ ИСХОДНОГО ОБЛАКА ТОЧЕК ЛИСТВЕННОЙ МАССЫ LIDAR-ДАНЫХ НА ОТДЕЛЬНЫЕ ОБЛАКА ДЕРЕВЬЕВ

А. А. Ткачева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tkacheva@sibsau.ru

Описываются методы классификации исходного облака точек воздушного лазерного сканирования поверхности Земли, приводятся их преимущества и недостатки. Рассматриваются основные проблемы возникающие при решении задач классификации больших массивов данных пространственных координат. И для повышения скорости вычислений предлагается усовершенствования метода линейного вычисления превышений.

Ключевые слова: сегментация облака точек, лазерное сканирование, LiDAR, трехмерное моделирование.

SEGMENTATION LIDAR POINT CLOUD OF FOREST INTO INDIVIDUAL POINT CLOUD OF TREE

A. A. Tkacheva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tkacheva@sibsau.ru

There are described methods of classification of the original point cloud airborne laser scanning the surface of the earth, are their advantages and disadvantages in the article. The main problem of classification the large data sets of spatial coordinates is examined. It is proposed the method of calculating the linear elevations for improving the computing speeds.

Keywords: segmentation of point clouds, laser scanning, LiDAR, three-dimensional modeling.

Сегментация облака точек предназначена для того, чтобы выделить точки рельефа земли и точки лесных массивов из первоначального облака точек. Выполнение сегментации возможно при помощи следующих методов:

- метод определения минимумов ячеек сетки,
- метод линейного вычисления превышений.

Метод определения минимумов ячеек сетки основан на выделении точек путем нахождения точки с минимальной высотой в определенной области, поскольку точки земли по своей природе находятся ниже точек других объектов [1]. Для выделения областей используется квадратная сетка, в которой каждая ячейка является областью минимизации. Данный метод прост в реализации, но дает результат с большой погрешностью. Также использование данного метода без использования других не рекомендуется, целесообразно его использовать для прореживания облака точек в качестве предварительной обработки данных.

Метод линейного вычисления превышений основан на предположении, что отрезки поверхности, построенной из набора точек, могут иметь угол поворота не больший, чем некоторое предельное значение. Первым шагом при выполнении задачи классификации точек лазерной локации является сегментация всего облака на множество прямых. Две точки рассматриваются как принадлежащие к профилю Земли, если между соседними сегментами нет острых углов (обычно более 50 градусов), а также под этими сегментами отсутствуют смежные сегменты [2]. Такое определение профиля Земли позволяет вылавливать резкие изменения по поверхности (перепады высот) между соединенными точками и смежными с ними линиями. Исходя из этого, мосты, кусты дороги и т. д. могут быть клас-

сифицированы как поверхность Земли, если перепад высоты будет укладываться в погрешность системы и наоборот, точки земли могут быть не опознаны.

В методе линейного вычисления превышений сегментация профилей проводится следующим образом:

- соединяются все точки профилирующими линиями,
- из профилей убираются точки с превышением на много выше окружающих [3].

Превышение точки w можно рассчитать по следующей формуле:

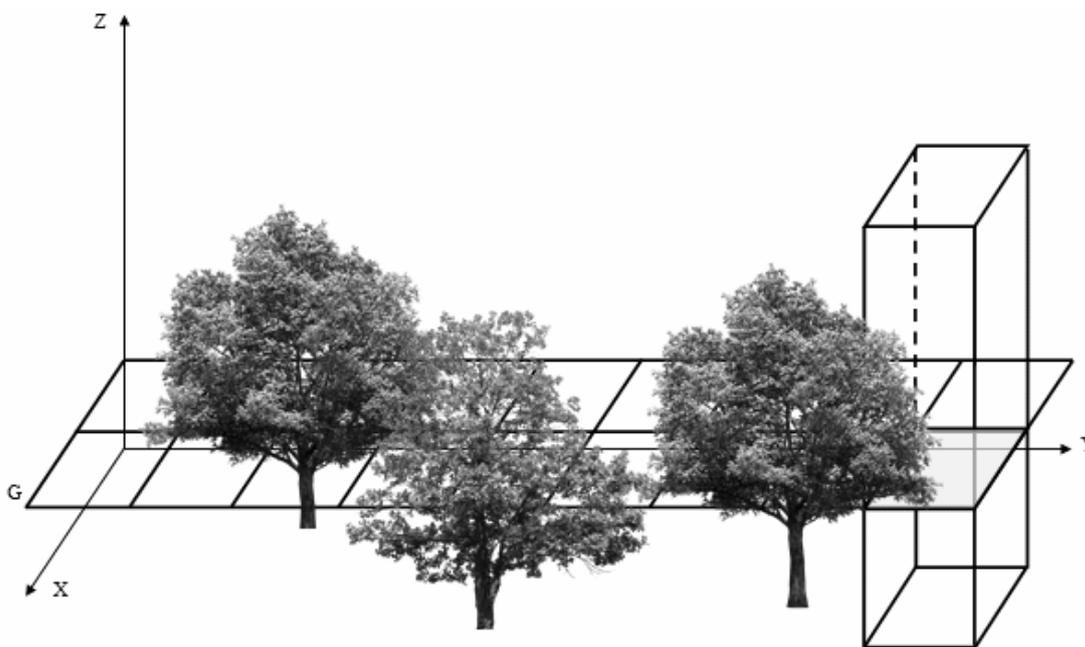
$$w = (x_j - x_i)^2 + k \cdot (z_j - z_i)^2, \quad (1)$$

где (x_i, z_i) , (x_j, z_j) – являются профильными координатами конечных точек i и j на отрезке; k – задается пользователем и является шкалой функции приближения координат x и z на заданном отрезке.

Для решения задачи классификации исходного облака точек было принято решение взять за основу метод вычисления линейного превышения. Если рассматриваемая точка в определенном радиусе вокруг себя находит другую точку, которая расположена ниже на предельное значение чем исходная, то исходная точка будет считаться точкой от постороннего объекта, и будет удалена из облака точек. Такой метод требует больших вычислительных затрат, так как для его выполнения необходимо для каждой точки проанализировать расстояние до всех других точек. Для оптимизации данного метода было использовано хеширование облака точек по принципу пространственного расположения. Суть хеширования заключается в следующем:

- исходное облако точек разбивается на множество более мелких;
- множество точек группируется по их расположению в пространстве.

Таким образом, визуально, исходное облако точек будет поделено на квадратные области (см. рисунок). Размеры этих квадратных областей должны быть не меньше радиуса, определенного для классификации точек. После чего каждая точка рассматривается в паре не со всеми имеющимися, а лишь с теми точками, что находятся в её же квадрате и в соседних квадратах.



Наложение пространственной сетки на исходное облако точек моделируемой сцены

Для определения эффективности хеширования рассмотрим следующий пример. Прямоугольную область размером 200 на 300 метров, состоящую из 2 млн. точек, необходимо проклассифицировать со значением радиуса 1 метр. Следовательно, делим всю область на $200 \times 300 = 60\,000$ квадратов. В среднем, в каждом квадрате будет находиться $2\,000\,000 / 60\,000 = 33$ точки. Значит, количество анализируемых пар точек сокращается с $2 \times 1\,012$ до $33 \times 9 \times 2$ млн = 6×108 . Как можно видеть, количество вычислений сокращается почти на 4 разряда, что существенно влияет на скорость выполнения программы.

Библиографические ссылки

1. Tymkow P., Borkowski A. Land cover classification using airborne laser scanning data and photographs // Department of Geodesy and Photogrammetry Wroclaw University of Environmental and Life Sciences Wroclaw, С. К. Norwida 25/27, POLAND. 2007. P. 327–355.
2. Rabbani T., Heuvel F. van den, Vosselmann G. Segmentation of point clouds using smoothness constraint // International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 36. 2006. P. 248–253.
3. Жигалов К. Ю. Векторизация и конвертация данных лазерной локации в гис-технологиях : автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2007. 24 с.

© Ткачева А. А., 2015

УДК 004.932

СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ JSEG-АЛГОРИТМА

А. И. Томила

Научный руководитель – М. Н. Фаворская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nastomila@gmail.com

Рассмотрена сегментация изображений на основе JSEG-алгоритма, проанализированы основные достоинства и недостатки этого метода, также рассмотрена область применения алгоритма.

Ключевые слова: обработка изображений, сегментация, изображение, JSEG.

IMAGE SEGMENTATION BASED ON JSEG-ALGORITHM

A. I. Tomilina

Scientific supervisor – M. N. Favorskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nastomila@gmail.com

The paper considers image segmentation based on JSEG algorithm, analyzes the main advantages and disadvantages of this method and also considers the scope of the algorithm.

Keywords: image processing, segmentation, image, JSEG.

Под сегментацией понимают процесс разбиения изображения на непересекающиеся области, которые семантически соответствующие объектам. Данная процедура необходима для решения различных задач: определения объектов на фотографиях, сделанных со спутников снимков (дорог, лесов, и т. п.); распознавания отпечатков пальцев; распознавания лиц; обработки медицинских изображений (определения опухолей и других патологий).

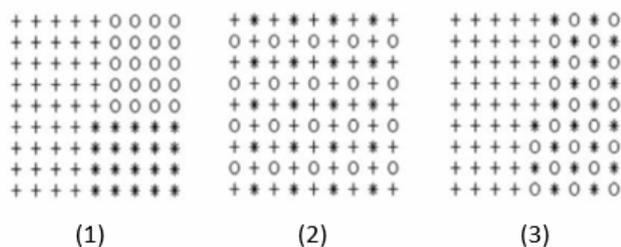
В процессе сегментации проводится разбиение изображения на области, однородные по какому-нибудь признаку: интенсивности, текстуре, цвету. Большинство существующих методов сегментации, такие как методы прямой кластеризации в цветовом пространстве, методы, основанные на стохастических моделях, методы наращивания областей, морфологического водораздела, диффузии энергии, разрезания графов, хорошо работают на однородных цветных областях. Но семантические объекты обычно соответствуют областям, однородным не только по цвету, но и по текстуре. Однако многие методы текстурной сегментации требуют оценки параметров текстурной модели, что является сложной задачей, которая решается в четко выделенной однородной области для получения устойчивой оценки.

Задачу разбиения изображения на однородные области можно свести к задаче оптимизации. Для этого задачу сегментации формулируют как задачу поиска разбиения изображения, обладающего определенными свойствами, и затем вводится функционал, который отражает степень соответствия полученной сегментации предъявляемым требованиям [1].

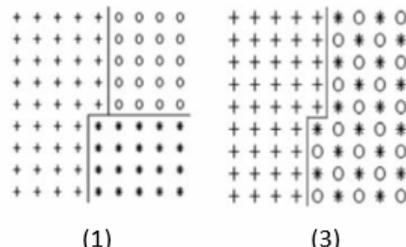
Примером оптимизационного метода является алгоритм JSEG [2]. Согласно этому методу вместо оценки параметров модели текстуры проверяется однородность каждого фрагмента изображения, что приводит к сокращению объема вычислений. Метод JSEG включает 2 этапа: квантование цветов и пространственную сегментацию по текстурному признаку. На первом этапе цвета на изображении квантуются на несколько представительных классов, которые могут быть использованы для дифференциации областей изображения. Это квантование происходит в цветовом пространстве без учета пространственного расположения цветов (см. рисунок). Значения цветов пикселей изображения

изменяются на соответствующие им маркеры классов, тем самым формируя карту значений цвета изображения. Последняя может быть рассмотрена как текстурное изображение.

Исходные карты значений цвета:



Отсегментированные карты значений цвета:



Сегментация карты значений цвета

На втором этапе пространственная сегментация применяется прямо к карте значений цвета, без учета сходства цветов соответствующих пикселей. Для этого определен текстурный признак сегментации на основе карты значений цвета изображения. Вычисление этого признака в локальных окнах на карте значений цвета изображения выполняется путем определения в окрестности каждого пикселя J -величины – нормированной разности общей дисперсии координат пикселей окрестности и внутриклассовой дисперсии координат пикселей окрестности.

Обозначим:

$$S_r = \sum \|z - m\|^2, \quad S_w(z) = \sum_{i=1}^C \sum_{z \in Z} \|z - m_i\|^2, \quad (1)$$

где S_r – дисперсия точек на изображении; $S_w(z)$ – суммарная дисперсия координат точек, которые принадлежат одному классу. Здесь S_r зависит от размера и формы окрестности обработки в точке $z = (x, y)$, но не зависит от самих значений координат точки (x, y) .

J -величина:

$$J(z) = \frac{S_r - S_w(z)}{S_w(z)}, \quad (2)$$

что основано на линейном дискриминанте Фишера для нескольких классов в случае произвольного распределения значений из разных классов.

Чем выше значение J -величины в окрестности пикселя изображения, тем больше вероятность того, что соответствующий пиксель принадлежит границе однородной области. Свойства результата J -преобразования позволяют использовать методы наращивания областей для определения «центров группирования» с последующим присоединением соседних пикселей изображения. В качестве «центров группирования» выбираются пиксели с малыми значениями J -величины. После наращивания областей проводится слияние мелких фрагментов изображения.

Затем вводится функционал качества сегментации, использующий распределение цветов на изображении. Однако оптимизация этого функционала напрямую – очень трудоемкая задача. В методе JSEG используется жадный алгоритм оптимизации введенного функционала качества сегментации. Значение функционала качества вычисляется для окрестности каждой точки. Большие значения функционала качества соответствуют границам однородных областей, маленькие значения соответствуют центрам регионов. Затем применяется выращивание регионов, в качестве зерен используются точки с минимальными значениями функционала. На последнем этапе проводится слияние мелких регионов [3].

В работе рассмотрена работа алгоритма JSEG. Преимущество данного алгоритма состоит в том, что отделение сходства цвета пикселей от их пространственного расположения позволяет развивать методы обоих этапов сегментации. Метод обладает высокой помехоустойчивостью и может проводить сегментацию изображения на разных масштабах за счет варьирования размера окрестностей пикселей карты значений цвета. Недостаток метода JSEG – высокая погрешность определения координат точек границ однородных областей, пересегментация в области теней объектов, недостаточная сегментация в случае плавного изменения значений цвета на изображении.

Библиографические ссылки

1. Порогово-пространственная сегментация цветных текстурированных изображений на основе метода JSEG [Электронный ресурс]. URL: <http://aaecs.org/polyakova-mv-ishenko-av-hudaiberdin-ei-porogovo-prostranstvennaya-segmentaciya-cvetnih-teksturovannih-izobrazenii-na-osnove-metoda-jseg.html> (дата обращения: 15.03.2015).
2. Deng Y., Manjunath B. S., Unsupervised segmentation of color-texture regions in images and video // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2001. Vol. 23, № 8. P. 800–810.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / пер. с англ. М. : Техносфера, 2005. 1072 с.

© Томилина А. И., 2015

УДК 004.624

ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ И СТОРОННИМИ ПРИЛОЖЕНИЯМИ

В. В. Фомина, Д. А. Бастрикин
Научный руководитель – А. Г. Зотин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: mk142008@mail.ru

Рассмотрены наиболее известные способы обмена данными между различными конфигурациями 1С и сторонними продуктами. Представлены критерии для сравнения способов обмена данными. Приведены результаты сравнения и выбран наиболее подходящий способ в рамках решаемой задачи.

Ключевые слова: обмен данными, 1С, COM-соединение, XML, SQL сервер.

METHODS OF ORGANIZATION DATA EXCHANGE BETWEEN 1С: ENTERPRICE AND THIRD-PARTY APPLICATIONS

V. V. Fomina, D. A. Bastrikin
Scientific supervisor – A. G. Zotin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: mk142008@mail.ru

The well-known ways of exchanging data between configurations of 1С and third-party products are examined. The criteria of data exchange methods comparison are shown. The comparison results are presented. The most suitable method for problem solving is chosen.

Keywords: data exchange, 1С, COM-compound, XML, SQL server.

В настоящее время информационные потоки всех сфер человеческой деятельности настолько велики, что нуждаются в автоматизации. По этой причине все предприятия стремятся к автоматизации учета. На российском рынке лидером в сфере автоматизации учета является продукт компании 1С – «1С:Предприятие». В связи с тем, что продукт имеет все большее распространение и всё больше информации обрабатывается этим продуктом, вопрос о переносе данных между различными версиями 1С, а также внешними источниками данных, становится все более актуальным. Перед нами стоит задача автоматизировать обмен между сторонней системой и программой 1С:Предприятие.

Рассмотрим основные способы осуществления обмена данными между продуктом 1С:Предприятие и внешними источниками, их достоинства и недостатки. В рассматриваемом случае обмен данными происходит следующим образом, имеется «Источник» – информационная база, из которой выгружаются данные, в нашем случае это 1С:Предприятие, а также «Приемник» – база, в которую эти данные загружаются, в нашем случае это сторонняя база (см. рисунок). Основной проблемой обмена данными является различие метаданных в «Источнике» и «Приемнике».

Выделим необходимые критерии для оценки способов обмена данными: универсальность, скорость обмена, простота реализации, гибкость настройки, целостность передаваемых данных.

Самым распространённым на сегодняшний день является обмен данными с использованием технологии «Универсальный обмен данными в формате XML» [1]. Данная технология реализуется только с использованием стандартных средств 1С и встраивается во все официальные конфигурации 1С, начиная с платформы 8.1. Следует отметить, что она также поддерживается и в конфигурациях платформы 1С 7.7. В данной технологии обмен осуществляется посредством файла XML, содержащий данные из конфигурации «Источника». Особенность этого файла в том, что данные в нем распо-

ложены так, как располагаются в конфигурации «Приемнике». Это достигается благодаря выгрузке данных по правилам обмена данными. Под этими правилами подразумевается сопоставление объектов метаданных обеих конфигураций, участвующих в обмене. Правила обмена данными, также как и сами данные располагаются в файле XML. Ручное создание такого файла было бы излишне трудоемким, поэтому компания 1С выпустила конфигурацию «Конвертация данных», позволяющую быстро и эффективно создавать правила обмена данными. Узким местом данного решения становится скорость и гибкость настройки. Это стало проблемой из-за того, что обмен непосредственно зависит от скорости носителя информации, поскольку обмен происходит в два этапа – выгрузка и загрузка данных. Главным достоинством этой технологии, является его универсальность.

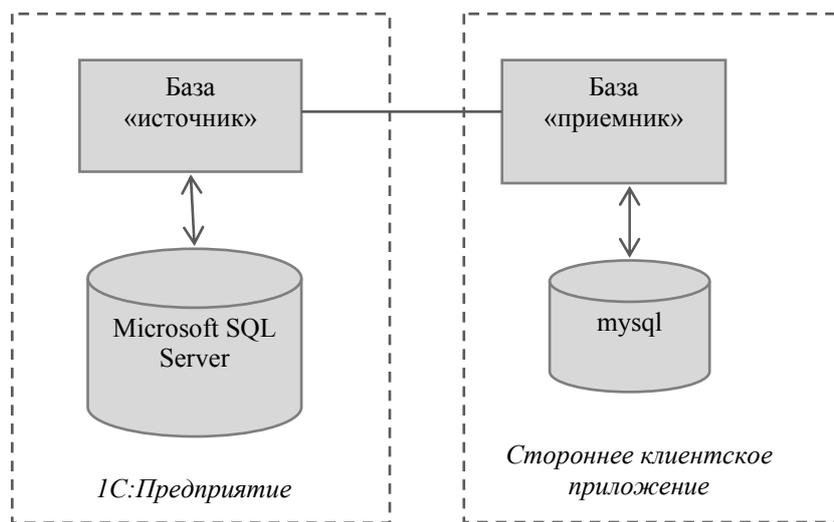


Схема организации обмена данными

Следующий способ обмена данными между конфигурациями, который рассмотрим это выгрузка данных напрямую в информационную базу 1С[2]. Данный способ был реализован компанией 1С только для стандартных конфигураций, таких как «Комплексная автоматизация», «Управление производственным предприятием», «Управление торговлей». Он так же, как и универсальный обмен данными, входит в состав официальных конфигураций 1С. Для осуществления обмена данными между конфигурациями, не имеющими стандартного обмена, требуется глубокое знание структуры базы данных 1С:Предприятия и основы работы с SQL. Слабым местом данного способа, является его абсолютная не универсальность. Такой способ обмена данными отличается более высокой скоростью, а также более гибкой настройкой. Но при этом сложен в реализации, так как происходит подключение к файловой базе данных 1С:Предприятие. С учетом такой особенности этот способ применяется только для анализа и восстановления данных и при этом практически всегда используются сторонние средства [3].

Третий способ обмена – обмен данными через SQL сервер [4]. Поскольку этот способ обмена не имеет стандартных функций, то требует от разработчиков более глубоких знаний не только продукта 1С:Предприятие, но и MS SQL сервера. При таком способе взаимодействия на сервере создается база данных, в которую выгружаются данные из «Источника». После чего к этой базе данных будет обращаться «Приемник», для выполнения выгрузки данных из SQL. Чаще всего, для организации подключения к базе данных из конфигурации 1С используется ODBC драйвер. Этот способ обмена обладает более гибкими и глубокими возможностями автоматизацию, помимо этого, является самым оптимизированным, в плане обмена данными. Наибольшее распространение этот способ получил при организации обмена данными между информационной базой 1С и базой данных сайта предприятия.

Также существует способ обмена данными посредством COM-соединения [5]. Основная задача, решаемая с помощью COM-соединения – обеспечение надежного и быстрого программного доступа к данным системы 1С:Предприятие из внешних приложений. У доступа к данным через COM-соединение существует ряд достоинств, которые определяют его значимость: быстрая установка соединения, за счет скрытия главного окна программы; более быстрое обращение к свойствам и методам объектов системы 1С:Предприятие; меньший расход ресурсов операционной системы.

Результаты сравнения представленных способов обмена занесены в таблицу.

Результаты сравнения способов обмена

Обмен данных/критерий	Обмен данными в формате XML	Выгрузка напрямую в информационную базу	Обмен данными через SQL-сервер	Обмен через СОМ-соединение
Универсальность	+	–	–	–
Скорость обмена	–	+	–	+
Простота реализации	+	–	–	+
Гибкость настройки	–	+	+	+
Целостность передаваемых данных	+	+	+	+

Из всего вышесказанного становится ясно, что чем гибче и оптимизирован способ обмена, тем сложнее становится его реализация. Выбор каждого конкретного способа обмена зависит от конкретной задачи и возможностей предприятия. Исходя из нашей задачи и результатов сравнения способов обмена данными, наиболее подходящим является обмен через сом-соединение.

Библиографические ссылки

1. Help1c [Электронный ресурс]. URL: <http://help1c.com/> (дата обращения: 05.12.2014).
2. Инфострат [Электронный ресурс]. URL: <http://infostart.ru/> (дата обращения: 10.12.2014).
3. Габец А., Гончаров Д., Козырев Д., Кухлевский Д., Радченко М. Профессиональная разработка в системе 1С:Предприятие 8. М. : 1С-Публишинг, 2006. 704 с.
4. Бояркин В., Филатов А.. 1С:Предприятие 8. Конвертация данных: обмен данными между прикладными решениями. М. : Питер, 2008. 180 с.
5. Попов С. Delphi и 1С:Предприятие. Программирование информационного обмена. М. : БХВ-Петербург, 2007. 592 с.

© Фомина В. В., Бастрикин Д. А. 2015

УДК 004.942

ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПОРТАЛЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛИСТОВ

Р. С. Шайдуров¹, К. А. Андреева²
Научный руководитель – Е. П. Моргунов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ¹rostislavshaidurov93@gmail.com, ²ksuandreeva93@gmail.com

Разработка экспертной системы, основанной на использование искусственного интеллекта, информационного портала для автомобилистов. Проблемы и перспективы развития экспертных систем в области информационных порталов.

Ключевые слова: экспертные системы, искусственный интеллект, информационные системы.

PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF THE EXPERT SYSTEM OF THE INFORMATION PORTAL FOR DRIVERS

R. S. Shaydurov¹, K. A. Andreeva²
Scientific supervisor – E. P. Morgunov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ¹rostislavshaidurov93@gmail.com, ²ksuandreeva93@gmail.com

This article describes the development of the expert system based on the artificial intelligence for the information web-portal for drivers. In addition, there are performed problems and prospects of expert systems development in the field of the information web portals. The main goal of the work has been to design and implement the expert system for driver's web portal.

Keywords: expert systems, artificial intelligence, information systems.

Одним из наиболее прогрессивных и перспективных научных направлений на сегодняшний день является развитие, усовершенствование и использование искусственного интеллекта в области информационных технологий.

Однако возникает ряд главных вопросов: «Что есть искусственный интеллект и каковы его возможные функции и задачи?» Для того чтобы ответить на данные вопросы, можно обратиться к трудам председателя Петербургского отделения российской ассоциации искусственного интеллекта Т. А. Гаврилова, который утверждает, что искусственный интеллект – это научное направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи аппаратного или программного моделирования тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными [1]. Основными задачами искусственного интеллекта как науки, является воссоздание с помощью вычислительных систем искусственных разумных рассуждений и действий [2].

Наибольший прогресс среди компьютерных информационных систем отмечен в области разработки экспертных систем, основанных на использовании искусственного интеллекта. Экспертные системы дают возможность обычному пользователю или специалисту получать консультации экспертов по любым проблемам, о которых этими системами накоплены знания.

Решение специальных задач требует специальных знаний. Однако не каждая компания может себе позволить держать в своем штате экспертов по всем связанным с ее работой проблемам или даже приглашать их каждый раз, когда проблема возникла. Главная идея использования технологии экспертных систем заключается в том, чтобы получить от эксперта его знания и, загрузив их в память компьютера, использовать всякий раз, когда в этом возникнет необходимость. Являясь одним из основных приложений искусственного интеллекта, экспертные системы представляют собой компьютерные программы, трансформирующие опыт экспертов в какой-либо области знаний в форму эври-

стических правил (эвристик). Эвристики не гарантируют получения оптимального результата с такой же уверенностью, как обычные алгоритмы, используемые для решения задач в рамках технологии поддержки принятия решений. Однако часто они дают в достаточной степени приемлемые решения для их практического использования. Все это делает возможным использовать технологию экспертных систем в качестве советующих систем [3].

Сходство информационных технологий, используемых в экспертных системах и системах поддержки принятия решений, состоит в том, что обе они обеспечивают высокий уровень поддержки принятия решений. Однако имеются три существенных различия. Первое связано с тем, что решение проблемы в рамках систем поддержки принятия решений отражает уровень ее понимания пользователем и его возможности получить и осмыслить решение. Технология экспертных систем, наоборот, предлагает пользователю принять решение, превосходящее его возможности. Второе отличие указанных технологий выражается в способности экспертных систем пояснять свои рассуждения в процессе получения решения. Очень часто эти пояснения оказываются более важными для пользователя, чем само решение. Третье отличие связано с использованием нового компонента информационной технологии – знаний.

В настоящей работе ставится задача разработки экспертной системы информационного портала для автомобилистов, спроектированной на основе методов, алгоритмов и теорий построения «больших» ЭС.

На основе анализа доступных сведений и авторских теоретических исследований были выделены следующие основные компоненты (модули) экспертной системы:

– *Интерфейс пользователя.* Пользователь использует интерфейс для ввода информации и команд в экспертную систему информационного портала и получает выходную информацию из нее. Команды включают в себя параметры, направляющие процесс обработки знаний. Информация обычно выдается в форме значений, присваиваемых определенным переменным.

– *База знаний* содержит информацию и факты о транспортном средстве, а также логическую взаимосвязь этих фактов. Центральное место в базе знаний принадлежит правилам. Правило определяет, что следует делать в данной конкретной ситуации, и состоит из двух частей: условие, которое может выполняться или нет, и действие, которое следует произвести, если выполняется условие.

– *Интерпретатор.* Это часть экспертной системы, производящая в определенном порядке обработку знаний, находящихся в базе знаний. Технология работы интерпретатора сводится к последовательному рассмотрению совокупности правил (правило за правилом). Если условие, содержащееся в правиле, соблюдается, то выполняется определенное действие, и пользователю предоставляется вариант решения его проблемы.

– *Модуль создания системы* служит для создания набора (иерархии) правил. Существует два подхода, которые могут быть положены в основу модуля создания системы: использование алгоритмических языков программирования и использование оболочек экспертных систем [4].

Для реализации вышеупомянутой экспертной системы была выбрана ОС Windows; языки программирования – PHP (версия 5.6.x), JavaScript с использованием библиотеки jQuery и технологии AJAX, CSS; СУБД – MySQL (версия 5.6.x); веб-сервер – Apache (версия 2.4.x).

На основании проделанной работы можно сделать вывод, что выбранные для реализации экспертной системы программные средства показали себя с хорошей стороны, позволив добиться достаточного быстродействия и надежности программного продукта.

Полученный программный продукт имеет множество возможных путей развития. Например, возможно создание экспертной системы, которая путем анализа задаваемых пользователем вопросов о ремонте транспортного средства, смогла бы подсказать о возможном выходе того или иного агрегата из строя. Также возможно совершенствование синтаксического анализатора, который будет основываться на некоей уже созданной экспертной системе.

Библиографические ссылки

1. Аверкин А. Н., Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. М. : Радио и связь, 1992. 256 с.
2. Моргунов Е. П. Система поддержки принятия решений при исследовании эффективности сложных систем: принципы разработки, требования и архитектура // Вестник СибГАУ. 2007. Вып. 3(16). С. 59–63.
3. Осипов Г.С. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее. СПб. : Питер, 2008. 126 с.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход / Artificial Intelligence: a Modern Approach / пер. с англ. и ред. К. А. Птицына. 2-е изд. М. : Вильямс, 2006. 1408 с.

УДК 621.396.97

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В. В. Адмакин
Научный руководитель – В. Г. Сидоров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: blackmail.ru94@mail.ru

Статья посвящена новой технологии создания источника питания постоянного тока. В настоящее время без него обойтись невозможно, так как постоянно используется в нашей жизни. Прогресс не стоит на месте, устройства уменьшаются в размерах. Главное достоинство нового источника питания – это микроскопические размеры, размер составляет всего 30 микрон.

Ключевые слова: 3D-принтер, источник питания, 3D-печать, устройства.

NEW TECHNOLOGIES CREATE A DC POWER SUPPLY

V. V. Admakin
Scientific supervisor – V. G. Sidorov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: blackmail.ru94@mail.ru

Article is devoted to the new technology of the DC power supply. At the present time it is impossible to do without it, as is constantly used in our lives. Progress does not stand still, the device reduced in size. The main advantage of the new power supply – is microscopic in size, the size is only 30 microns.

Keywords: 3D-printer, a power source, 3D-printing, device.

В настоящее время обойтись без электрических приборов практически невозможно. При этом для использования огромного количества современных изобретений постоянно требуются автономные источники энергии, к которым относятся аккумуляторы и батарейки. Они имеют достаточно крупные габариты, что увеличивают размеры устройств, которые от них питаются.

3D-печать уже прочно закрепилась в нашей жизни. Теперь 3D-принтер применим для печати миниатюрных литий-ионных батарей, которые имеют размер песчинки. Ученые из Университета Гарварда и Университета штата Иллинойс смогли изготовить аккумулятор толщиной с человеческий волос, при этом энергии в нем достаточно для питания электроприборов. Этот аккумулятор пригоден для питания энергией микроскопических устройств. Он применим в разных сферах – в медицине, связи.

Гаджеты неизменно уменьшаются в размерах. Вскоре дойдет до того, что мобильный телефон будет просто размещаться на мочке уха. А поскольку единственным по-настоящему огромным (по сравнению с электронной начинкой) элементом всей конструкции любого гаджета является элемент питания, работа по уменьшению устройства в целом приходится на него. Ученые Гарварда решили, что это достойная их знаменитого института проблема и решили ее.

Много миниатюрных устройств было изготовлено инженерами за последнее время, например, летающие роботы-мухи, медицинские чипы, маленькие камеры и много другого. Но большинство разработок остались всего тестовыми образцами – это происходит из-за отсутствия надлежащего аккумулятора. Таким устройствам необходима небольшая и в тоже время энергоемкая батарейка, иначе

такие изобретения потеряют смысл. Исследовательская группа рассказала и продемонстрировала, как напечатать полностью функциональный литий-ионный аккумулятор на трехмерном принтере.

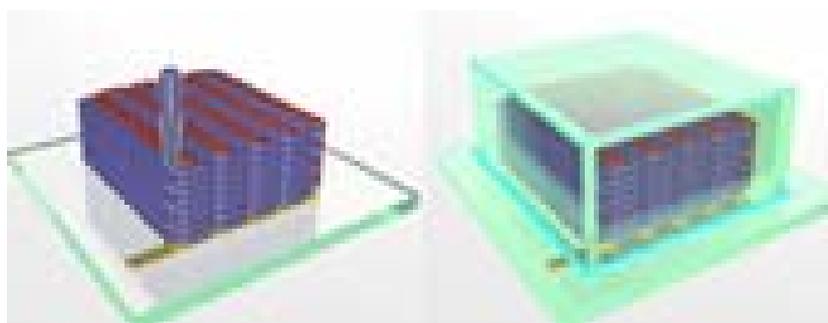


Рис. 1. Миниатюрные устройства

Такая мини-батарея может повлиять на дизайн устройств, так как размеры ее стали очень небольшими. Ее размер – не больше песчинки. 3D-принтер понадобился для печати взаимно-блокирующих электродов толщиной с человеческий волос. Достижения Гарвардской команды впервые были анонсированы в журнале *Advanced Materials* [1].

Для работы разработчикам потребовалось создать 3D-модель совершенно маленького аккумулятора, разработать специальные функциональные чернила для печати с полезными электрическими и химическими свойствами. Эта работа была проведена успешно.

Они применили эти чернила для изготовления точных строений с теми электронными, механическими, оптическими и биологическими свойствами, которые необходимы.

Гарвардские ученые и специалисты из Университета Иллинойса первыми создали новый тип краски, подходящий для их аккумулятора. У обычной краски для трехмерных принтеров должно быть два свойства: она должна поступать из картриджа и сразу же застывать в указанном виде. Но к данной разработке появились дополнительные требования: чернила должны работать в качестве электрохимических активных материалов для формирования анодов и катодов. Они должны невероятно быстро застывать, создавая тонкие слои, как в фабричном производстве аккумуляторов. Для этого группа исследователей создала для анода чернила с нано-частицами одного соединения оксида лития, а для катода – из нано-частиц другого соединения. Чернила выдавливаются из двух тонких сопел и создается при этом тесное переплетение анодов и катодов – как это и необходимо по условиям.

После этого учеными было измерено количество энергии, выданной напечатанным аккумулятором. По данным ученых, технические характеристики их батареи сопоставимы с характеристиками коммерческих аккумуляторов по длительности жизненного цикла, то есть эта батарея такая же, как и фабричные, только маленьких размеров. Ученые уверены, что разработанные ими чернила будут применяться как для изготовления аккумуляторов, так и для других маленьких устройств, поэтому разработчики намерены заниматься продвижением своего проекта на рынке.

Батарея имеет размеры всего 30 микрон, толщина составляет полмиллиметра и вырабатывает напряжение порядка 1,5 В.

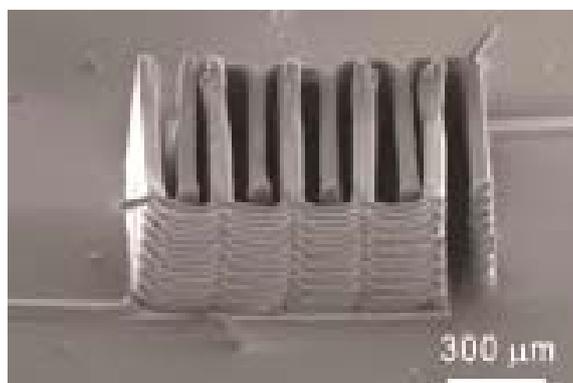


Рис. 2. Батарея размером 30 микрон, напряжением 1,5 В

У любой батарейки есть положительный полюс (анод), отрицательный полюс (катод) и электролит (может быть сухим, жидким), именно эти элементы и являются основными элементами батарейки. Электрический ток бежит от катода (-) к аноду (+), но между ними обязательно должна быть нагрузка (лампочка, диод, двигатель или что то ещё) [2].

Если нагрузки не будет (соединить «-» с «+» напрямую), то произойдёт короткое замыкание. Катоды выполняют функцию восстановителя, т. е. принимают электроны от прибывшего анода. Электролит это среда, в которой перемещаются ионы, которые образуются в процессе химической реакции.

В процессе работы батарейки постепенно образуются новые вещества, а электроды постепенно разрушаются – батарейка садится.

Положительным являются небольшие габариты и сравнительно небольшой вес элемента. А слабой стороной – непродолжительное время работы в сравнении с ее габаритами.

Энергия, выдаваемая 3D-напечатанной микробатарейкой вполне сравнима с аналогами конкурентов, однако размер – на несколько порядков меньше. По мнению создателей, у 3D-печати огромные перспективы. Вся микроэлектронная промышленность может в ближайшем будущем полностью перейти на 3D -печать и печатать электронную начинку сразу в корпусе со всеми кнопками и входами/выходами и конечно с микроэлементами питания [3].

Как заявляют изобретатели, их детище можно будет использовать в медицинских имплантатах, микроэлектронике, миниатюрных роботах и прочих малогабаритных приборах. Использование этой технологии для создания сильноточных элементов питания, пока не предполагается.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://www.batterika.ru/news/show/36/> (дата обращения: 07.04.2015).
2. URL: <http://materiallab.ru/3-d-printing-news/pervaya-v-mire-mikrobatareyka-napechat/> (дата обращения: 07.04.2015).
3. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=1096407&cid=2161> (дата обращения: 07.04.2015).

© Адмакин В. В., 2015

УДК 65.011.56

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

А. О. Бердников
Научный руководитель – В. С. Тынченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: berdturik@mail.ru

Основная цель совершенствования системы материального стимулирования – обеспечение реализации стратегических целей предприятия (в том числе целей в области качества). Следовательно, необходимым условием создания эффективной системы материального стимулирования является определение стратегических целей предприятия и выбор системы, которая ориентирует сотрудников на реализацию целей.

Ключевые слова: системы мотивации, стимулировать сотрудников, эффективная система материального стимулирования.

IMPROVING ENTERPRISE MATERIAL INCENTIVES

A. O. Berdnikov
Scientific supervisor – V. S. Tynchenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: berdturik@mail.ru

The main goal of improving the system of material incentives – ensuring the implementation of the strategic goals of the company (including quality objectives). Therefore, a prerequisite for an effective system of material incentives is to define the strategic goals of the company and the choice of a system that is oriented employees to achieve the objectives.

Keywords: motivation system, encourage employees, effective incentive system.

В современной рыночной экономике основным конкурентным преимуществом любого предприятия становится качество производимой продукции. Нарастающая глобализация рынков и стремительное вхождение России в систему мировой экономики создает для российских предприятий (особенно малых) проблему выживания на отечественном рынке. С вступлением России в ВТО продукция и услуги многих малых предприятий могут оказаться неконкурентоспособными, в первую очередь, из-за их низкого качества. Дополнительные трудности для функционирования предприятий создают кризисные явления в отечественной и мировой экономике. В таких условиях возрастают требования к менеджменту, главной задачей которого становится поиск резервов повышения качества и конкурентоспособности. Одним из резервов роста показателей качества является поддержание высокого уровня мотивации и удовлетворенности сотрудников на основе применения современных подходов к материальному стимулированию [1]. В настоящее время существует несколько ярко выраженных новых тенденций в области материального стимулирования:

- рост масштабов применения систем переменной заработной платы и возрастание доли переменной части в общем доходе сотрудников;
- возрастание масштабов применения групповых форм заработной платы и увеличение их доли в общем доходе сотрудника;
- широкое распространение систем платы за знания и компетенции;
- развитие системы гибких льгот [2].

Существующая на предприятии система материального стимулирования состоит из двух составляющих – основного фиксированного оклада и премий, начисляемых по единому методическому

принципу в едином процентном отношении от фонда основной зарплаты. Такое положение не мотивирует работников предприятия на обеспечение высоких качественных показателей, способствующих повышению эффективности производства. Для повышения качества системы материального стимулирования предлагаем поставить материальное стимулирование работников завода в зависимость от достигнутых количественных и качественных показателей [3].

Если дифференцировать весь персонал на группы, деятельность которых влияет на различные качественные показатели. Таким образом, можно добиться удобного отслеживания показателей. Размеры премии для работников внутри каждой из групп устанавливаются по представлению непосредственного руководителя этой группы в пределах выделенного ему общего фонда и утверждаются руководством предприятия. За нарушения трудовой и производственной дисциплины по решению руководства предприятия работники могут быть лишены премии частично или полностью. Размеры премии директора предприятия и главного бухгалтера утверждаются руководством вышестоящей организации [4].

Подобная система материального стимулирования соответствует стратегическим целям предприятия и отличается от существующей тем, что мотивирует работников на обеспечение высоких качественных показателей.

Библиографические ссылки

1. Шекшня С. В. Управление персоналом современной организации. М. : ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2000.
2. Валиулова А., Приходько В. Эффективность инструментов управления организацией // Проблемы теории и практики управления. 2007.
3. Егоршин А. П. Управление персоналом. Н. Новгород : НИМБ, 2012.
4. Владимирова Л. П. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии отрасли (торговля) : учеб. пособие. М. : ИТК «Дашков и Ко», 2009.

© Бердников А. О., 2015

УДК 004.418

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А. Д. Володенков, Н. О. Егоров, С. В. Тананыкин
Научный руководитель – В. Д. Лаптенок

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: alvol-16@mail.ru

Рассмотрена проблема изготовления печатных плат в домашних условиях. Найдено малозатратное и доступное решение проблемы.

Ключевые слова: печатная плата, автоматизированная система, лазерная резка.

AUTOMATIC SYSTEM FOR MAKING PRINTED CIRCUIT BOARDS

A. D. Volodenkov, N. O. Egorov, S. V. Tananykin
Scientific supervisor – V. D. Laptенок

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: alvol-16@mail.ru

The problem of making printed circuit boards is considered. Cheap and available solve of problem is found.

Keywords: circuit board, automatic system, laser cutting.

Существует множество технологий изготовления печатных плат, таких как ЛУТ, фоторезист, фрезеровка и т. д. Многие из этих технологий используются любителями в быту и имеют как достоинства, так и недостатки. Но технология лазерной резки недоступна простым обывателям. Она используется только на заводах с большими объемами производства. Цель работы состоит в том, чтобы разработать автоматизированную систему изготовления печатных плат и сделать ее дешевой и максимально доступной для любителей.

Суть всех технологий изготовления состоит в том, чтобы с помощью какого-либо аппарата или других средств нанести на стеклотекстолит рисунок платы и после вытравить по этому рисунку медь на плате. Но все эти способы отнимают много времени и сил, а также требуют некоторого опыта и умения. В автоматизированную систему из компьютера загружается рисунок, по которому выжигаются ненужные участки меди на текстолите. Существует небольшое количество систем, которые могли бы использоваться в офисах или дома, но основной недостаток таких систем в их стоимости [1].

Эта технология, по своей сути, является одним из видов лазерной резки. При лазерной резке нагревание и разрушение участка материала осуществляется с помощью лазерного луча. В отличие от обычного светового луча для лазерного луча характерны такие свойства как направленность, монохроматичность и когерентность. За счет направленности энергия лазерного луча концентрируется на относительно небольшом участке. Так, по своей направленности лазерный луч в тысячи раз превышает луч прожектора. Лазерный луч по сравнению с обычным светом является монохроматичным, т. е. обладает фиксированной длиной волны и частотой. Это облегчает его фокусировку оптическими линзами. Лазерный луч имеет высокую степень когерентности – согласованного протекания во времени нескольких волновых процессов. Когерентные колебания вызывают резонанс, усиливающий мощность излучения. Благодаря перечисленным свойствам лазерный луч может быть сфокусирован на очень маленькую поверхность материала и создать на ней плотность энергии, достаточную для нагревания и разрушения материала (например, порядка 10^8 Вт/см² для плавления металла) [2].

Разработанная автоматизированная система должна быть:

1. Недорогой.
2. Простой, чтобы с ней было легко работать.
3. Необходимую точность, чтобы выжигать дорожки для микросхем в корпусе QFN.

Система состоит:

1. Из микросхемы управления. Она будет принимать с компьютера рисунок, по которому будет выжигаться плата.

2. Основное устройство для выжигания по меди (Головка). В свою очередь оно состоит:

- из одного или нескольких лазеров (лазерных диодов);
- платы питания;
- оптики;
- охлаждения.

3. Координатный стол, по которому будет перемещаться головка в координатах XY [3].

Такая система могла бы применяться дома, в офисе, на производстве. Ее можно было бы легко перестроить под свои нужды, например для лазерной резки из-за простоты ее построения.

Библиографические ссылки

1. Сайт о лазерах и лазерных указках [Электронный ресурс]. URL: <http://lasers.org.ru/> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Технологии в электронной промышленности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tech-e.ru/> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Вейко В. П., Петров А. А. Введение в лазерные технологии. СПбГУ ИТМО. 2009. 334 с.

© Володенков А. Д., Егоров Н. О., Тананыкин С. В., 2015

УДК 681.32.5

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОДЕРЖИМЫМ С WCF-СЕРВИСАМИ

А. К. Дятлов

Научный руководитель – А. В. Мурыгин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: dyatlov@dela.ru

Рассмотрен один из способов интеграции распределенных систем, с WCF-сервисами, на примере системы управления содержимым «сEditor». Рассмотрена два варианта архитектуры системы управления содержимым, отмечены изменения системы после интеграции с WCF. Предложен способ развертывания сервиса на веб-сервере IIS. Рассмотрены перспективы развития системы.

Ключевые слова: система управления содержимым, интеграция WCF-сервиса, хостинг WCF-сервиса на веб-сервере.

INTEGRATION OF THE CONTENT MANAGEMENT SYSTEM WITH WCF-SERVICES

A. K. Dyatlov

Scientific supervisor – A. V. Murygin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: dyatlov@dela.ru

In this work, integration of the distributed systems, with WCF services, on the example of a content management system “сEditor” is considered. Two options of architecture are considered. Changes of system after integration with WCF are noted. The way of expansion of service on the IIS web server is considered. Prospects of development of system are considered.

Keywords: content management system, WCF service integration, a WCF service hosting on the web server.

Интеграция является важным вопросом при разработке крупных распределенных систем. Windows Communication Foundation вывела возможности интеграции систем на новый уровень. Появление WCF-служб упростило и унифицировало процессы интеграции, объединив в себе несколько подходов. Одна из возможностей запуска службы WCF это развертывание в качестве веб-службу на веб-сервере. Эта возможность будет рассмотрена в работе.

Рассмотрим систему, в рамках которой будет осуществляться интеграция. Система управления содержимым интернет-ресурса «сEditor» позволяет осуществлять управление содержимым веб-ресурса любой сложности, возможна разработка модулей для любых задач, в системе уже насчитывается более десятка модулей. Базирование на ASP.NET MVC и высоко производительном сервере, а также сервис кэширования данных позволяют системе выдерживать достаточно высокие нагрузки [1].

Рассмотрим архитектуру системы, на рис. 1. В блоке сEditor.Core располагаются вспомогательные механизмы единые для всех модулей. Здесь расположены сервисы кэширования данных, механизм доступа к данным на диске, механизм обработки изображений, механизмы конфигурации приложения и т. п. Также на этом уровне расположены интерфейсы, реализуемые модулями [2].

Слой доступа к данным «сEditor.Domain» разделен на две составляющие:

1. сEditor.Domain.Model – содержит модели сущностей базы данных, интерфейсы механизмов доступа к данным, абстрактные базовые классы и контракты, интерфейс единицы работы с базой. Unit of Work – единица работы, служит для организации нескольких запросов к базе в единственном подключении к ней, так как подключение к базе данных достаточно ресурсоемко, UoW позволяет экономить процессорное время [3].

2. cEditor.Domain.EF – реализация слоя модели данных с применением технологии Entity Framework. Содержит: реализации механизмов доступа к данным, механизмы проецирования сущностей данных на базу данных, реализацию единицы работы, а также класс контекста базы данных [4].

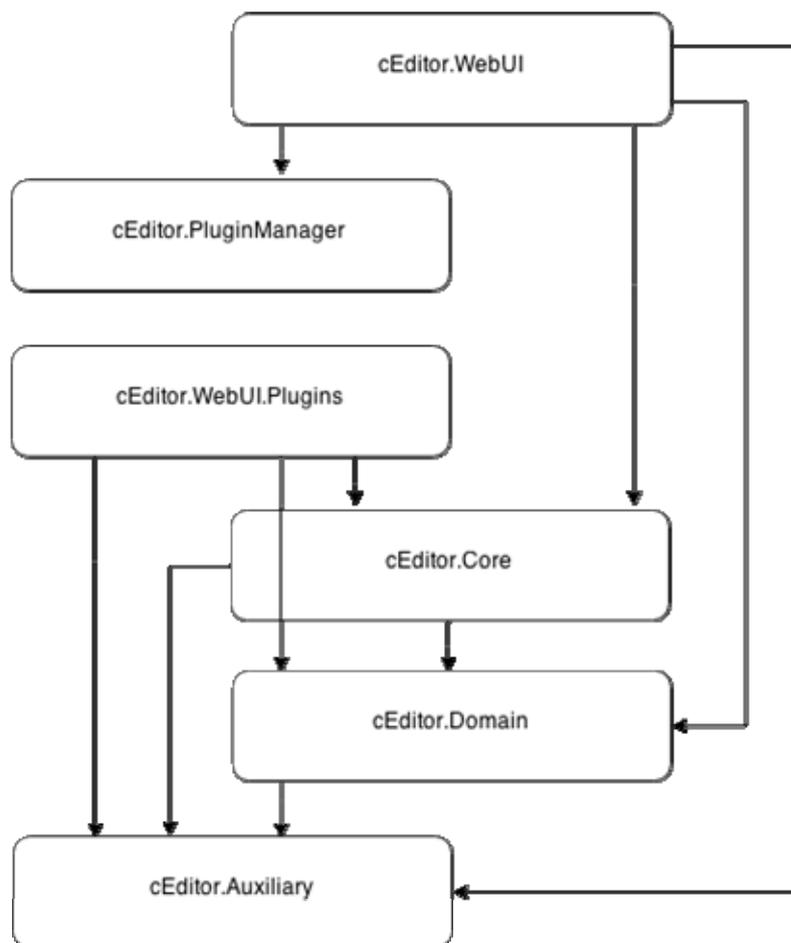


Рис. 1. Архитектура системы управления содержимым интернет-ресурса

Перейдем к рассмотрению процесса интеграции сервиса. WCF – это унифицированная интегрированная среда для создания защищенных, надежных, транзакционных приложений. До появления WCF организовать взаимодействия между системами было сложнее [5]. WCF сводит воедино функциональные возможности нескольких технологий в унифицированную модель программирования. Это упрощает взаимодействие между разрабатываемыми приложениями.

Класс службы WCF не может существовать самостоятельно. Каждая служба WCF должна находиться под управлением некоторого процесса Windows, называемого хостовым процессом. Существуют несколько вариантов хостинга: автохостинг – хост-процессом является консольное или графическое приложение, хостинг в одной из служб Windows, хостинг с использованием Internet Information Server.

Наиболее подходящий подход, для интеграции с веб, это использование хостинга IIS, так как веб-сервер уже установлен и настроен. Добавим интегрируемый сервис в архитектуру рассматриваемой системы.

На рис. 2 изображена система управления содержимым с добавленным WCF-сервисом. Как видно из схемы сервис способен осуществлять доступ к слоям данных, ядру и общим ресурсам. Это позволяет централизованно обмениваться данными, сообщая системе об изменении. Решает проблему очистки кэша при изменении, если вносить изменения на прямую в систему управления базами данных, то кэш системы будет хранить старые записи что приведет к ошибкам.

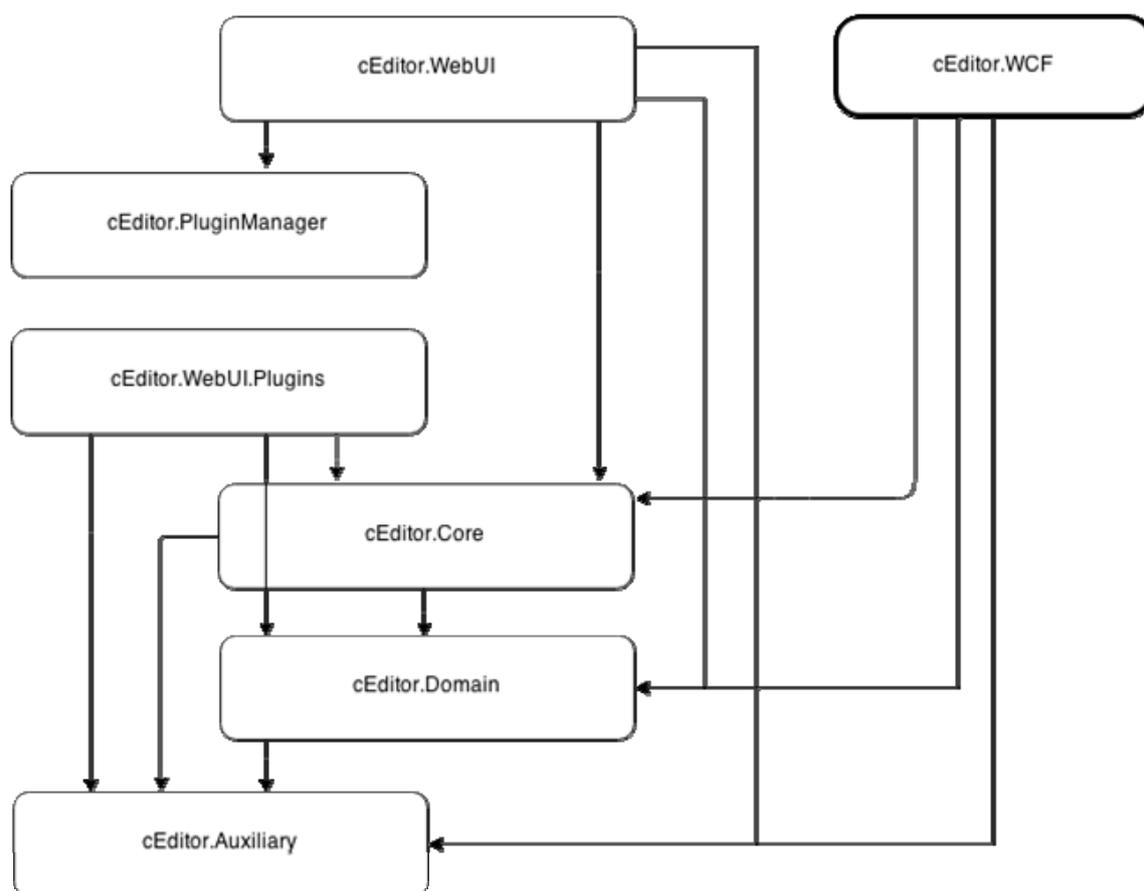


Рис. 2. Архитектура системы управления контентом с добавленным WCF-сервисом

Интеграция WCF-сервиса позволит осуществить взаимодействия с любыми видами приложений. Реализация WCF-сервиса первый шаг для вывода системы на новый уровень, от управления контентом, к возможностям сбора и анализа данных.

Библиографические ссылки

1. Фримен А. ASP.NET MVC3 Framework с примерами на C# для профессионалов. М. : Вильямс, 2012. 667 с.
2. Примеры объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон и др. СПб. : Питер, 2001. 368 с.
3. Макконнелл С. Совершенный Код. Мастер-класс. М. : Русская редакция, 2010. 896 с.
4. Троелсен Эн. Язык программирования C# 5.0 и платформа .NET 4.5. М: Вильямс, 2013. 1311 с.
5. Сибраро П., Клайс К., Косолино Ф., Грабнер Й. WCF 4: Windows Communication Foundation и .NET 4 для профессионалов // М. : Вильямс, 2011. 464 с.

© Дятлов А. К., 2015

УДК 004.418

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА АВТОТРАНСПОРТОМ

Н. О. Егоров, А. Д. Володенков, С. И. Рыбаков
Научный руководитель – Ю. Н. Серегин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kalamba1993@yandex.ru

Рассмотрена проблема слежения за автотранспортом и особенности данной отрасли. Проанализирована экономическая эффективность при контроле автомобилей предприятия.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, автоматизированная система, геолокация.

PERFORMANCE EVALUATION OF CARS TRACKING SYSTEMS

N. O. Egorov, A. D. Volodenkov, S. I. Rybakov
Scientific supervisor – Y. N. Seregin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kalamba1993@yandex.ru

The problem of tracking transport and features of this branch is considered. Economic efficiency at control of cars of the enterprise is analyzed.

Keywords: GLONASS, automatic system, geolocation.

Для больших сетей со своим автопарком характерна проблема недостаточного контроля за автомобилями, что вызывает проблемы у владельцев компании. Автомобили могут двигаться медленно, что увеличивает время движения, или наоборот, слишком быстро, что подвергает автомобили и водителей к повышенному риску. Вдобавок водители могут украсть часть топлива из автомобиля или просто делать вид, что работают, а на самом деле – нет. Все это сказывается на экономике предприятия из-за лишних издержек на транспортные расходы. Конечно же, контроль над автотранспортом всегда был и будет, но и методы обмана так же совершенствуются. Например, раньше следили за показаниями топлива в баке и одометра. А водители умудрялись «накручивать» одометр и часть топлива оставлять себе, при этом, не выполняя свою основную работу. Такая схема мошенничества часто использовалась в муниципальных службах, где мало кто вообще заинтересован в экономической эффективности [1] До сих пор большие экономические потери несут предприятия сельскохозяйственной отрасли, где человеческий фактор играет большую роль. И тут уже не дело в краденом топливе, а в большом количестве краденого зерна. Что только водители не придумывают ради своей выгоды.

Данные проблемы уже решаются с помощью внедрения систем мониторинга за автотранспортом. Современные системы мониторинга являются качественным эффективным и удобным в пользовании инструментом, позволяющим повысить результаты деятельности любой транспортной компании или предприятия, деятельность которого связана с использованием транспорта. В автомобиль устанавливается оборудование для слежения за транспортом со спутника, датчики веса, количества топлива в бензобаке, тахографы и др. [2]. Все данные этих датчиков передаются по радиосвязи в единый центр, где они обрабатываются и хранятся. Оператор в любой момент времени может узнать, где находится автомобиль, с какой скоростью он движется, где остановился, где заправился и т. д. Функций у таких систем очень много, некоторые из них узкоспециализированы – позволяют осуществлять контроль спецтранспорта и спецтехники (контроль дорожной техники, мониторинг перевозок нефтепродуктов и горячих веществ), часть систем универсальны и дают возможность мониторинга любого транспорта. В любом случае, практически каждая система слежения за автомобилем (за транспортом, за автотранспортом) помогает повысить эффективность работы и конкурентоспособность предпри-

ятия. Слежение при помощи спутниковой связи за транспортом помогает повысить дисциплину персонала, предотвращая несанкционированные поездки, слив бензина, некачественную аренду автомобилей, использование спецтранспорта в личных целях. Кроме того, они помогают отслеживать угоны и вандальные действия злоумышленников, необоснованные пробеги авто. К тому же такие системы не только помогают владельцам предприятия экономить. Опять же, в сельском хозяйстве при сборе урожая система может помочь водителю комбайна или трактора выбрать оптимальный маршрут движения, при котором площадь посева или сбора урожая будет обработана максимально эффективно.

Такие системы должны быть крайне надежными и безотказными, потому что в данной сфере сбои приведут к большим затратам ресурсов на восстановление. Так же они должны быть защищенными, так как данные таких систем являются корпоративной тайной и необходимо, чтобы не происходило утечки информации. Только авторизованные люди должны иметь доступ к таким системам. Эти системы должны оперативно сообщать оператору о положении автомобилей и об их состоянии [3].

На российском рынке уже много компаний, предоставляющих услуги по установке систем мониторинга за автомобилями. Причем укомплектовать один автомобиль будет стоить по-разному. Стоимость оборудования на один автомобиль может колебаться от 15 до 180 тысяч рублей. К тому же нужно платить за каждый автомобиль от 5 до 40 тысяч рублей в месяц за обслуживание данной системы. Производители данного оборудования все равно утверждают, что по итогу заказчик останется в выигрыше. Помимо предприятий с большим парком, разработчики все чаще стали предлагать рядовым гражданам устанавливать системы мониторинга на личные автомобили. Это позволяет контролировать автомобиль каждого члена семьи.

В рамках данной статьи были опрошены две организации, занимающиеся перевозками. У каждой организации более 15 грузовых автомобилей. Ответственные лица этих организаций рассказали, что уже пользуются такими системами и очень довольны ими. Они отметили тот факт, что могут постоянно контролировать свой парк машин и воздействовать на водителей, если они нарушают ПДД и свой рабочий график. В одной организации смогли повысить количество перевозок, оптимизируя рабочий график водителей.

Проанализировав достоинства и недостатки внедрения систем мониторинга можно сделать вывод, что для крупных компаний их использование может стать достаточно эффективным вложением средств. Производители утверждают, что срок окупаемости данного оборудования составляет от 2 месяцев до одного года [4]. К тому же в Российской Федерации уже на законодательном уровне обязывают устанавливать тахографы. Эти меры должны увеличить безопасность на дорогах в целом [5].

Библиографические ссылки

1. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под общ. и науч. ред. проф. В. И. Сергеева. М. : Инфра-М, 2004. С. 303.
2. Джерихов В. Б. Управление техническими системами / СПбГАСУ. СПб., 2007. 51 с.
3. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2010. 800 с.: ил.
4. Системы мониторинга автомобильного транспорта [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sirius.su/> (дата обращения: 09.02.2015).
5. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 21 августа 2013 г. № 273.

© Егоров Н. О., Володенков А. Д., Рыбаков С. И., 2015

УДК 004.414.22

СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ЦЕХОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РКТ

И. В. Жуковская, С. К. Щелканов, Н. В. Балышова
Научный руководитель – А. В. Мурыгин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kras-ivz@mail.ru

Рассмотрены специфические особенности оперативного планирования производства на предприятиях РКТ, на их основании сформулированы требования к системе оперативного управления производственной деятельностью цехов. Рассмотрен стандарт управления MRP II как методологическую основу совершенствования системы на производстве РКТ.

Ключевые слова: производство РКТ, оперативное планирование, учет производства.

SYSTEM OF OPERATIONAL MANAGEMENT OF THE PRODUCTION ACTIVITY OF SHOPS OF THE ROCKET AND SPACE ENTERPRISES

I. V. Zhukovskaya, S. K. Shchelkanov, N. V. Balyshova
Scientific supervisor – A. V. Murygin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kras-ivz@mail.ru

In article specific features of operational planning of production at the RKT enterprises are considered, on their basis requirements to system of operational management of a production activity of shops are formulated. The standard of management of MRP II as a methodological basis of improvement of system on production of RKT is considered.

Keywords: production of RKT, operational planning, accounting of production.

Совершенствование оперативного планирования производства (ОПП) представляет собой первоочередную и актуальную задачу на предприятиях производства ракетно-космической техники (РКТ). Многообразие выпускаемой номенклатуры, повышенные требования к качеству, а также все более сжатые сроки изготовления определяют жесткие ограничения на возможность использования традиционных подходов планирования единичного и мелкосерийного производства (ЕМП) и выступают определяющими факторами при построении системы его ОПП.

Эффективное использование известных систем ОПП в условиях единичного и мелкосерийного многономенклатурного производства затруднено отсутствием на этапе запуска изделий в производство подробно разрабатываемых технологических процессов, маршрутов изготовления и пооперационных нормативов. Кроме того, ни одна из известных систем ОПП не предлагает инструментов контроля состояния изготовления опытных изделий в условиях практически полного отсутствия нормативно-справочной информации. Наиболее перспективным для этих целей признается международный стандарт управления MRP II. Рассмотрим стандарт управления MRP II как методологическую основу совершенствования системы ОПП на производстве РКТ.

К числу особенностей ОПП в ЕМП относятся: необходимость согласования плана изготовления и выпуска изделий с планом подготовки производства по каждому заказу, особенно для изделий с длительным производственным циклом; сложность распределения всех процессов во времени и пространстве, обеспечивающего выполнение каждого заказа в установленный срок при наиболее полной загрузке всех рабочих мест; отсутствие в момент составления оперативных планов необходимых норм (времени, расхода материалов и др.) или задержка с их разработкой [1]; отсутствие детально разработанного маршрута изготовления ДСЕ.

Автоматизированная разработка плановых документов оперативно выполняется с использованием программных средств, входящих в состав собственно производственного комплекса и образующих систему автоматизированного оперативно-календарного планирования и учета (ОКПУ). Для персонала и системы диспетчерского управления системой ОКПУ формируются плановые директивные документы, используемые в качестве инструмента управления ходом производственного процесса. Календарное планирование выполняется в два этапа, предусматривающих два рабочих режима. На первом этапе предварительного планирования (ПП) создается предварительный план производственного процесса, проверяется принципиальная выполнимость плановых заданий для имеющихся производственных мощностей. На втором этапе – этапе оперативного планирования (ОП) – создается окончательный план производственного процесса. Формируются расписание загрузки оборудования, сменные задания по рабочим местам, а также заказы на поставку комплектов инструмента, оснастки и приспособлений. Система ОКПУ создает, хранит и актуализирует информацию, составляющую информационную базу системы (ИБС). Очевидно, что расписание работы оборудования в ЕМП нельзя составлять на длительный отрезок времени, так как реальный процесс производства вскоре отклоняется от запланированного. Поэтому сеансы ОП проводятся за сравнительно короткий отрезок времени. В период между двумя сеансами ОП может возникать необходимость в срочной корректировке сменных заданий. Эта работа может выполняться персоналом без системы ОКПУ в рамках оперативного управления, осуществляемого в реальном времени.

Универсальной считается методология планирования потребностей материалов – Material Requirements Planning (MRP) и ее продолжение – стандарт MRP II (Manufacturing Resource Planning – планирование ресурсов производства) [2]. MRP II – в настоящее время это принятая в мире идеология, технология и организация управления промышленными предприятиями. Системы класса MRP II в основном, используются на производствах дискретного типа. Они дают наибольший эффект в ориентированных на производственный процесс системах, обслуживающих длительный цикл обработки и сложное многоступенчатое производство, в которых планирование деятельности и управление запасами наиболее сложны. MRP II- системы проявляют все свои свойства там, где имеет место интенсивный поток изменений и высокая вариабельность размеров заказа и партий.

Тем не менее, используется MRP не всюду. Характеристики производственной системы, которые необходимы для эффективного внедрения MRP: эффективная компьютерная система; точная информация о спецификациях продуктов и состоянии запасов на предприятии; ориентация на производство дискретных продуктов, изготавливаемых из сырья, деталей, узлов и сборочных единиц, проходящих в процессе своего изготовления через многие производственные операции; длительность циклов обработки; надежность устанавливаемых длительностей производственных и закупочных циклов; достаточность главного календарного плана, фиксируемого на период времени, для заказа материалов без излишней спешки и путаницы; поддержка и участие верхних уровней управления предприятием (топ-менеджмента) [3]. Одним из основных условий эффективности внедрения MRP является высокий уровень точности нормативно-справочной информации.

Таким образом, эффективность применения стандарта управления MRP II будет зависеть от возможности восполнения недостающей нормативно-справочной информации и адаптации существующих методов планирования к условиям производства. Исходя из этого необходимо: совершенствовать методы планирования производственных заказов, а также минимизировать время их выполнения; совершенствовать методы планирования производственных мощностей; разработать эффективные методы оперативного учета.

Библиографические ссылки

1. Годин В. В. Корнеев И. К. Управление информационными ресурсами: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 17. М. : Инфра-М, 2000. 352 с.
2. Бухалков М. И. Внутрифирменное планирование : учебник. 2-е изд., испр. и доп. М. : Инфра-М, 2001. 400 с.
3. Костров А. В., Соколов А. Н., Фаткин А. А. Оперативное управление производством : учеб. пособие. Владим. гос. ун-т. Владимир : Изд-во ВлГУ, 2005. 110 с.

© Жуковская И. В., Щелканов С. К., Балышова Н. В., 2015

УДК 004.942

АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ: СТРУКТУРА, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Ю. В. Климец, Л. В. Липинский, А. С. Свиридова
Научный руководитель – А. Н. Антамошкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yulia_klimec@mail.ru

Интеллектуальные агенты занимают прочные позиции при проектировании сложных информационных систем там, где достаточно трудно спрогнозировать поведение системы в возникающих условиях. Представлена информация о свойствах агента, принципе его работы, области применения многоагентных систем.

Ключевые слова: агент, мультиагентные системы, интеллектуальные агенты.

ANALYSIS OF INTELLIGENT AGENTS: STRUCTURE, WORKING PRINCIPLE, APPLICATION AREA

U. V. Klimec, L. V. Lipinskiy, A. S. Sviridova
Scientific supervisor – A. N. Antamoshkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yulia_klimec@mail.ru

Intelligent agents occupy a strong position in the design of complex information systems where it is difficult enough to predict the behavior of the system in the emerging conditions. This paper provides information about the properties of an agent, how it works, the application of multi-agent systems.

Keywords: agent, multi-agent systems, intelligent agents.

В последнее время с ростом компьютеризации появляется множество информационных и программных систем, отвечающих различным требованиям. Но особенностью таких систем является то, что они выполняют только те операции, которые заранее были спроектированы человеком. Другими словами, современные информационные системы не предназначены для самостоятельного принятия решений в каких – либо ситуациях, если на этапе проектирования не были заложены варианты поведения системы в данных условиях. Тестирование систем частично может снизить вероятность отказа систем, но данные тесты также предложены человеком в самом начале проектирования и поэтому предугадать все варианты развития событий не могут. Попадание подобной системы в условия, не учтенные разработчиками, может привести к аварийному завершению, потере данных и даже повреждению дорогостоящего оборудования. В то же время, все сложнее становится учитывать все особенности поведения системы на этапе разработки, так как постоянно растет количество задач, поддающихся полной или частичной автоматизации. И поэтому увеличивается вероятность появления ошибок, в том числе критических. Одним из подходов, позволяющих решить возникшую проблему, является агентно-ориентированное программирование и применение мультиагентных систем.

Важной отличительной особенностью концепции агента является наличие внешней среды, с которой агент способен взаимодействовать, но не может контролировать ее [2]. Таким образом, агентом является система, способная адекватно реагировать на изменения внешней среды, не предусмотренные его поведением. Именно поэтому применение агента является одним из лучших вариантов решения возникающих задач в области информационных технологий, например, распределение управления и искусственный интеллект.

В работе представлено универсальное определение агента: агент – это вычислительная система, помещенная во внешнюю среду, способная взаимодействовать с ней, совершая автономные рациональные действия для достижения определенных целей [2]. Агент обладает следующим свойствами:

- реактивность – адекватное восприятие среды и соответствующие реакции на ее изменения;
- проактивность – способность агента генерировать цели и действовать рациональным образом для их достижения;
- социальность – возможность взаимодействия и коммуникации с другими агентами для достижения целей.

Любым из этих свойств может обладать любая система, но совмещение в себе хотя бы двух из них, является непростой задачей.

Модель агента можно представить следующим образом [1]: пусть внешняя среда агента описана с помощью множества S *состояние среды (environment states)*, возможные действия агента описаны с помощью множества A *действий (actions)*. Абстрактно агент можно представить как функцию: $action: S^* \rightarrow A$. Другими словами, выбор конкретного действия из множества возможных агент осуществляет, основываясь на текущем состоянии внешней среды, а также истории, описывающей все предыдущие состояния. Но при этом действия агента могут влиять на окружающую среду, но не контролировать ее полностью. Недетерминированное поведение внешней среды в этом случае можно описать следующей функцией: $env: S \times A \rightarrow 2^S$. Другими словами, в зависимости от своего текущего состояния и выбранного агентом действия среда может перейти в одно состояние из определенного множества. Если для любой пары состояние – действие множество возможных состояний среды состоит из одного элемента, то такую среду можно считать детерминированной.

Взаимодействие агента и внешней среды можно представить с помощью *истории (history)*, которая является упорядоченной последовательностью пар *состояние-действие*:

$$h: s_0 \xrightarrow{a_0} s_1 \xrightarrow{a_1} s_2 \xrightarrow{a_2} \dots,$$

где s_0 представляет начальное состояние внешней среды; a_i представляет i -е действие, выбранное агентом; s_i – состояние внешней среды после осуществления агентом $(i-1)$ -го действия. В этом случае во внешней среде env для агента $action$ история h будет *допустимой (possible history)*, если выполнены следующие два условия [1]: для любых $n \in \mathbb{N}$, $a_n = action((s_0, s_1, s_2, \dots, s_n))$, то есть поведение агента определяется моделирующей его функцией; для любых $n \in \mathbb{N}$, $s_{n+1} \in env(s_n, a_n)$, то есть поведение среды определяется моделирующей функцией и поведением агента.

Существует множество областей применения агентов и мультиагентных систем [3]. Но в данной работе выделено три основных класса систем, при реализации которых удобно применять именно агентно-ориентированный подход: открытые, сложные и интерактивные системы.

В открытых системах структура может изменяться в процессе их функционирования. Представителем такой системы является Интернет.

Наилучшими современными методами борьбы со сложностью системы является модульность и абстракция. За счет того, что агент обладает свойством автономности, то его можно активно применять для решения проблем сложных систем.

Несмотря на то, что большинство современных систем обладают графическим интерфейсом, у пользователей возникают затруднения при их освоении. С помощью агентов можно построить интерактивную систему, которая будет не просто принимать и выполнять команды пользователей, но и активно и интеллектуально взаимодействовать с ними, стремясь к достижению общих целей.

В промышленности мультиагентные системы наиболее распространены в следующих областях: автоматизация управления сложными системами: система управления производством YAMS [3], система управления воздушным движением OASIS [3]; сбор и обработка информации: системы для сбора и обработки информации в сети Интернет; игры: современные игры, где противниками игрока являются игроки, реализованные как интеллектуальные агенты.

Библиографические ссылки

1. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. М. : СПб, Питер, 2000. 384 с.
2. Alain-Jérôme Fougères. A Modelling Approach Based on Fuzzy Agents // International Journal of Computer Science Issues, November, 2012.
3. Интеллектуальные агенты. Конкретные архитектуры интеллектуальных агентов. Языки программирования агентов [Электронный ресурс]. URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=77538> (дата обращения: 07.04.2015).

УДК 004.418

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ГАЛЬВАНИКИ

Е. К. Кочетков

Научный руководитель – А. Г. Суворов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: djon800@mail.ru

Провели анализ структуры автоматизированной системы управления линией гальваники. Использование в системе программируемых контроллеров определяет структуру системы управления линией гальваники. Это минимальные размеры, высокая надежность и ремонтпригодность, простота программирования, а также низкое энергопотребление.

Ключевые слова: контроллер, преобразователь частоты, датчики расстояния, терморегуляторы, автооператоры, позиция загрузки, позиция сушки, гальванические ванны.

THE MANAGEMENT STRUCTURE OF THE ELECTROPLATING LINE

E. K. Kochetkov

Scientific supervisor – A. G. Suvorov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: djon800@mail.ru

The analysis of the automated control systems structure of the electroplating line has been conducted. Using programmable controllers in the systems defines the structure of the system of the control line for electroplating. This is the minimum size, high reliability and maintainability, easy programming and low power consumption.

Keywords: controller, converter of frequency, distance sensors, thermostats, the autoop, position download, the position of the drying, galvanic baths.

Линия гальваники предназначена для покрытия деталей цинком. Мытые детали загружаются в дозатор, с дозатора загружаются в барабан, обезвреживаются, травятся и ванну цинкования на покрытия. Линия гальваники это вредное производство, содержащее различные щелочи, кислоты, поэтому необходима система управления [1].

Структура управления линией гальваники состоит из основных элементов. Контроллер, панель управления и пульт, автооператоры, терморегуляторы, преобразователи частоты, гальванические ванны, реле контроля фаз, позиция загрузки и позиция сушки, датчики расстояния [2].

Контроллер имеет дискретные входы и дискретные выходы, модуль интерфейса RC485 для связи с лазерными датчиками, которые изменяют расстояния до автооператоров и Ethernet модуль для связи с панелью операторов. Контроллер управляет движениями и логикой работой линией.

Панель операторов располагается на пульте управления, она служит основным источником задания команд для контроллера, с помощью панели оператора осуществляются любые перемещения в процессе работы в штатном объеме.

Автооператоры осуществляют перемещения барабанов с деталями в линии. Каждый из автооператоров имеет по два двигателя в горизонтальном и вертикальном перемещении. Двигатель управляется контроллером. Также каждый автооператор имеет датчики верхнего и нижнего положения, а аварийные датчики тех же положений.

Терморегуляторы предназначены для управления температуры в гальванических ваннах. Они управляют нагревателями и функционируют автономно.

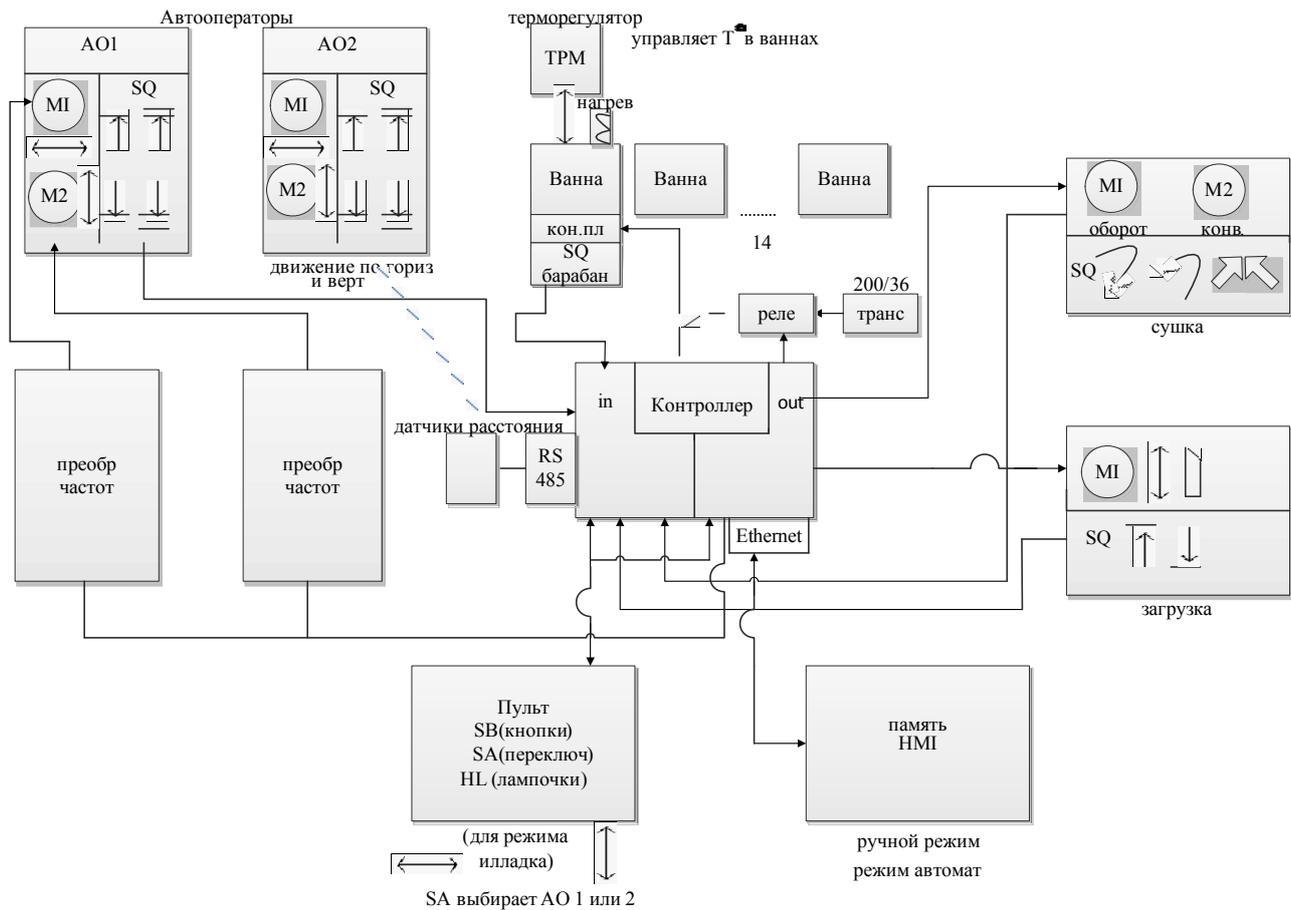


Рис. 1. Структурная схема линии гальваники

Преобразователь частоты управляется с помощью контроллера, предназначенных для управления двигателями для автооператоров, что обеспечивает плавные пуски и аstopов, а также применение оптимальной скорости.

Гальванические ванны. Они оснащены контактной площадкой на 36В, для осуществления вращения барабанов внутри ванны. Контроль фаз контактной площадки осуществляет специальные токовые реле, которыми управляет контроллер, также каждая ванна имеет датчик наличия барабана, во избежание аварийных ситуаций [3].

Позиция загрузки. На позиции загрузки имеется специальный ковш для загрузки деталей – в барабан. Ковш перемещается вверх и вниз с помощью двигателя, которым управляет контроллер. На ковше располагается два датчика верхнего и нижнего расположения.

Позиция сушки. На сушки располагается два двигателя: двигатель контейнера сушки, предназначен для равномерного высушивания деталей посредством их периодического покачивания. На вале контейнера закреплена специальная площадка, которая наезжая на датчики трёх положений (крайняя против часовой стрелки, центральная, и крайняя по часовой стрелки). Двигатель конвейера сушки предназначен для выгрузки высушенных деталей.

Датчики расстояния предназначены для определения расстояния для каждого автооператора. По специальному протоколу отдают готовое значение расстояния в контроллер с помощью RS 485 порта [4].

Выводы. Применение промышленных контроллеров в системе управления повышает надежность и ремонтпригодность системы, а также уменьшает её размеры.

Библиографические ссылки

1. Блащук Е. Ф. Гальванотехника. X. : Машиц, 1999. 240 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://referatwork.ru/refs/source/ref-16970.html> (дата обращения: 05.03.15).

2. Гинберг А. М. Гальванотехника. Л. : Машиностроение. 1999. 188 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://referatwork.ru/refs/source/ref-16970.html> (дата обращения: 05.03.15).
3. Лобанов С. А. Практические советы гальваники. СПб. : Питер ; Машиностроение, 2001. 257 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://referatwork.ru/refs/source/ref-16970.html> (дата обращения: 05.03.15).
4. Петров И. В. Программируемые логические контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного программирования / под ред. проф. В. П. Дьяконова. М. : СОЛОН Пресс, 2003. 256 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=723364> (дата обращения: 05.03.15).

© Кочетков Е. К., 2015

УДК 004.418

ВЫБОР МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е. К. Кочетков, Н. Г. Савин
Научный руководитель – А. Г. Суворов
Руководители по иностранному языку – О. В. Маслова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Nik7892516@yandex.ru

Проведен анализ рынка микроконтроллеров. Определены тенденции развития программируемых микроконтроллеров. Рассмотрена и решена проблема выбора микроконтроллера. Найдено оптимальное решение с минимальными затратами на эксплуатацию и внедрение.

Ключевые слова: микроконтроллер, частота, стоимость, объем памяти, число входов и выходов.

THE CHOICE OF MICROCONTROLLER FOR TECHNOLOGICAL SYSTEMS

E. K. Kochetkov, N. G. Savin
Scientific supervisor – A. G. Suvorov
Foreign language supervisor – O. V. Maslova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Nik7892516@yandex.ru

Market analysis of the microcontrollers has been carried out. The trends of the programmable microcontrollers have been determined. The problem of choosing the microcontrollers has been solved. The optimal solution with the minimum costs of operation and implementation has been made.

Keywords: microcontroller, frequency, price, storage space, the number of inputs and outputs.

Программируемый логический контроллер – (ПЛК) используется практически во всех сферах человеческой деятельности: для автоматизации технологических процессов, в системах противоаварийной защиты и сигнализации, в станках с ЧПУ, для управления дорожным движением, в системах жизнеобеспечения зданий, для сбора и архивирования данных, в системах охраны, в медицинском оборудовании, для управления роботами, в системах связи, при постановке физического эксперимента, для управления космическими кораблями, для автоматизации испытаний продукции и т. д.

На фоне непрекращающейся конкурентной борьбы, на рынке автоматизации между отечественными и западными производителями все большую активность проявляют компании из юго-восточной Азии. Однако российским компаниям не стоит отчаиваться, опросы показывают, что многие потребители недовольны недостаточным, по их мнению, уровнем сервиса и, при достижении определенного уровня стабильности на этом рынке наряду с решением других организационных и сервисных проблем, симпатии потребителей будут на стороне отечественного производителя. В настоящее время на Российском рынке преобладают контроллеры иностранных фирм: Siemens, Mitsubishi, ABB, Schneider Electric, GE Fanuc, однако с течением времени увеличивается доля рынка, занятая отечественной продукцией Российских фирм (НИЛ АП, Текон, Фаствел, ДЭП, Овен, Элемер, Эмикон и др.), что соответствует общемировой тенденции, когда в большинстве стран отечественные фирмы занимают большую долю рынка, чем иностранные. Это объясняется следующими факторами: использованием западных технологических линий и материалов, и более высоким уровнем подготовки Российских специалистов; квалифицированной технической поддержкой, русскоязычной документацией; сроками поставки и территориальной близостью производителя к потребителю; соответствием

отечественных разработок Российским стандартам; лучшим знанием Российского рынка отечественными производителями.

Несмотря на огромное разнообразие контроллеров, в их развитии заметны следующие общие тенденции: уменьшение габаритов; расширение функциональных возможностей; увеличение количества поддерживаемых интерфейсов и сетей; использование идеологии «открытых систем»; использование языков программирования стандарта МЭК 61131-3; снижение цены.

Основным показателем ПЛК является количество каналов ввода-вывода. По этому признаку ПЛК делятся на следующие группы: нано-ПЛК (менее 16 каналов); микро-ПЛК (более 16, до 100 каналов); средние (более 100, до 500 каналов); большие (более 500 каналов). По расположению модулей ввода-вывода ПЛК бывают: моноблочными, модульные, распределенные. Сравнение микроконтроллеров и выбор наиболее оптимального.

1. ПЛК фирмы SIEMENS. Линейка нижнего уровня ПЛК представлена логическими контроллерами LOGO. Идеально подходят для создания средств простейшей автоматизации и замены всяких таймеров, реле времени и т. д. Более того, предусмотрено расширение за счет различных модулей. [1] SIEMENS S7-300, SIEMENS S7-400

2. ПЛК фирмы Omron. ПЛК могут быть блочного и модульного типа. По техническим возможностям, которые определяют уровень решаемых задач. ПЛК фирмы OMRON делятся на четыре класса:

- 1) микро (Micro);
- 2) малые (Small);
- 3) средние (Medium);
- 4) большие (Large).

Программируемое реле серии ZEN производства OMRON позволяет из ограниченного набора встроенных функциональных блоков построить систему автоматизации достаточно сложных объектов [2].

3. ПЛК фирмы Mitsubishi. ПЛК Mitsubishi Electric отличаются исключительно высоким качеством, вариативностью и гибкостью решений, широким спектром возможностей применения и высоким быстродействием. Выпускается в следующих моделях: ПЛК серии FX2N, Серия MELSEC FX2N, ПЛК серии FX3G, ПЛК серии FX3U, ПЛК серии FX3UC, Mitsubishi Electric AL2-10MR [3].

4. ПЛК фирмы РК 5100. Контроллер РК5100 предназначен для управления промышленным оборудованием и технологическими процессами. Контроллер РК5100 состоит из одного основного блока, или одного основного и одного, двух или трех блоков расширения [4].

5. Обзор ПЛК фирмы Oven. Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК.

Промышленные контроллеры ОВЕН ПЛК – это высокие программная надежность и производительность, большой объем внутренней памяти. Выпускается в следующих моделях: ОВЕН ПЛК100, ОВЕН ПЛК150, ОВЕН ПЛК154, ОВЕН ПЛК110/160, ОВЕН ПЛК63/73, ПЛК 304/308

6. Обзор ПЛК фирмы Delta Electronics. Программируемые логические контроллеры серии DVP производства Delta Electronics являются идеальным средством для построения высокоэффективных систем автоматического управления при минимальных затратах на приобретение оборудования и разработку системы [5].

Сравнительная характеристика производителей контроллеров

Наименование	Частота (быстродействие)	Объём памяти	Число входов и выходов	Стоимость	Производитель
Siemens	до 25 МГц	до 2-х Мбайт	24 входа и 16 выходов	26 349 руб.	Германия
Omron	До 100 МГц	до 48 Мбайт	24 входа и 20 выходов	33 028 руб.	Япония
Mitsubishi	До 20 МГц	1 Гбайт	До 64 Вх / Вых	24 592 руб.	Япония
РК-5100	До 50 МГц	8196 Мбайт	До 2048	18 371 руб.	Украина
Oven	100–150 МГц	до 8 Мбайт	До 8 входов и 16 выходов	30 210 руб.	Россия
Delta Electronics	133-200 МГц	128 Мбайт	12 входов / выходов с расширением до 256	15 750 руб.	Россия

В настоящее время существует большое число фирм производителей ПЛК, для разных сфер деятельности, как зарубежных, так и отечественных. В свою очередь отечественные микроконтроллеры ничуть ни уступают, а в чем-то даже выигрывают зарубежные аналоги. Рекомендовано было принять решение сделать акцент на отечественного производителя, так как они имеют высокие характеристики, при относительно не большой стоимости. Это сократит расходы на поставку оборудования, освоение ПО и затраты на разработку и внедрение проектов с их использованием. Из представленных выше микроконтроллеров нашему условию удовлетворяют 2 ПЛК фирм Oven и Delta Electronics. В итоге на выбор пал на Delta Electronics, так как у них большее количество входов/выходов и больший объем памяти.

Библиографические ссылки

1. Web-site of system “Siemens” [Electronic resource]. URL: http://electrosiemens.ru/Section3_592.aspx (available: 05.03.2015).
2. Web-site of system “Omron” [Electronic resource]. URL: <http://www.rakurs.ru/brends/Omron/catalog/program-control/> (available: 05.03.2015).
3. Web-site of system “Mitsubishi” [Electronic resource]. URL: http://5sgroup.ru/list_products.php?class=10901 &type=plc(available 05.03.2015).
4. Web-site of system “Oven” URL: [http://controlengrussia.com/innovatsii/oven-plk-rossiiskii-kontroller – mirovogo-urovnja/](http://controlengrussia.com/innovatsii/oven-plk-rossiiskii-kontroller-mirovogo-urovnja/) (available: 05.03.2015).
5. Web-site of system “Delta Electronics” [Electronic resource]. URL: <http://www.deltronics.ru/product/conrollers> (available: 05.03.2015).

© Кочетков Е. К., Савин Н. Г., 2015

УДК 621.791.722

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СТЫКОМ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ

Р. В. Липатов, П. В. Лаптенок, Е. Ю. Меньщиков
Научный руководитель – В. Д. Лаптенок

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: lipatov_roman@yml.com

Приводится анализ существующих устройств и систем автоматического управления процессом электроннолучевой сварки (ЭЛС). Выделяются основные недостатки системы слежения за стыком. Выделены два основных пути изменения системы. Приведены достоинства и недостатки. Приведена структурная схема слежения за стыком при электронно-лучевой установке. Произведён выбор пути оптимизации системы слежения за стыком при ЭЛС.

Ключевые слова: ЭЛУ, электронно-лучевая сварка, микроконтроллеры, сварка, автоматизация, логические элементы.

OPTIMIZATION TRACKING SYSTEM JOIN WITH ELECTRON BEAM WELDING.

R. V. Lipatov, P. V. Laptenok, E. Yu. Men'shchikov
Scientific supervisor – V. D. Laptenok

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: lipatov_roman@yml.com

The analysis of existing devices and the systems of automatic process control of electron beam welding (EBW) is given. The main weaknesses of the joint tracking system are highlighted. Two main ways to the system change are highlighted. The advantages and disadvantages are given. The structural diagram for the electron installation is given. The ways for optimization of the tracking system in EBW joint are chosen.

Keywords: EBI, electron beam welding, microcontrollers, welding, automation, logical elements.

Анализ существующих устройств и систем автоматического управления процессом электронно-лучевой сварки показывает, что их развитие идет как по пути создания отдельных систем слежения по стыку, контроля геометрических параметров электронного пучка и фокусировки, систем управления глубиной проплавления, так и по пути объединения указанных систем в вычислительные комплексы с решением задач контроля и регистрации параметров процесса, оперативного управления ими, решения вопросов оптимизации качества.

Под качеством сварки можно понимать, как качество самого сварного соединения, так и технологичность процесса. Все эти параметры напрямую зависят от системы слежения за стыком [1]. Система слежения состоит из записи и воспроизведения траектории луча. Запись производится на малом токе. При воспроизведении на рабочем токе, возможны деформации изделия и изменение магнитных полей в процессе сварки. У существующей системы слежения за стыком есть свои недостатки, такие как: высокая погрешность, низкая помехоустойчивость. Стоит заметить, что при повышении частоты работы происходит уменьшение времени на обработку полученных данных от процесса записи траектории. Для качественного изменения системы необходимо усовершенствовать блок генератора, который кроме функции генератора сигнала для слежения за стыком должен выполнять функцию повышения качества сварного шва. Существует два пути изменения:

1. Замена логических элементов на более производительные аналоги и доработка существующей схемы.
2. Концептуальное изменение работы системы. Переход на микроконтроллеры

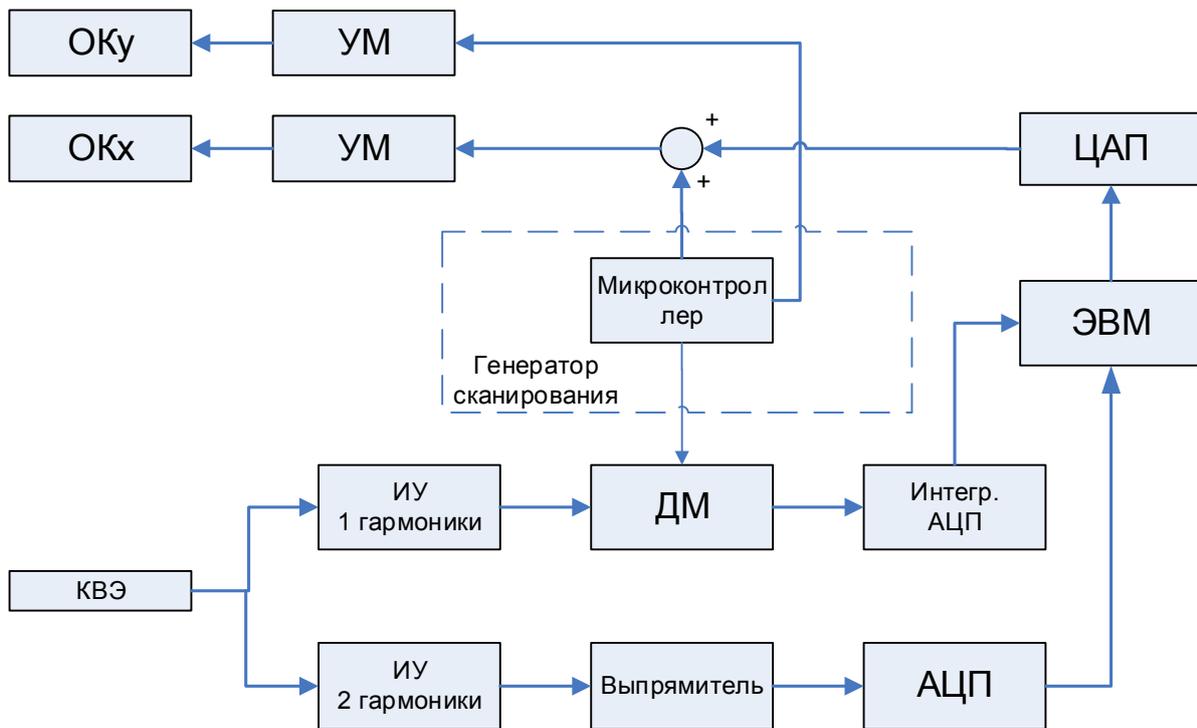
Для выбора пути, необходимо провести анализ, оценить затраты и обозначить перспективы. В табл. 1 приведены характеристики и их достоинства и недостатки.

Таблица 1

Сравнительная характеристика

	Достоинства	Недостатки	Стоимость
Стандартные логические элементы	Возможность заменять неисправные элементы, высокая помехоустойчивость. Простота в использовании	Габариты платы. Невозможность изменения функционала схемы без вмешательства. Дополнительные затраты на изготовление платы	~1 400 руб.
Микроконтроллер	Возможность изменять программу в любое время. Легкость подключения. Габариты. Высокая производительность	Необходимость в разработке ПО	~1 900 руб.

На рисунке представлена схема слежения за стыком при электронно-лучевой сварке с использованием генератора сканирования на микроконтроллере.



Структурная схема электронно-лучевой установки:

КВЭ – коллектор вторичных электронов; ИУ – избирательный усилитель; ДМ – демодулятор; УМ – усилитель мощности; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; ЭВМ – электронно-вычислительная машина; ОКх – отклоняющая катушка для оси X; ОКу – отклоняющая катушка для оси Y

Таким образом, для оптимизации системы слежения за стыком при ЭЛС при вышерассмотренных характеристиках, вместо функциональных элементов целесообразно перейти на микроконтроллер Arduino Due, который позволяет реализовать любую траекторию сканирования и регулировать частоты работы системы слежения за стыком. Характеристики микроконтроллера приведены в табл. 2 [2].

Характеристики микроконтроллера Arduino Due.

Микроконтроллер	AT91SAM3X8E
Рабочее напряжение	3,3 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7–12 В
Входное напряжение (предельное)	6–20 В
Цифровые Входы/Выходы	54 (на 12 из которых реализуется выход ШИМ)
Аналоговые входы	12
Аналоговые выходы	2 (ЦАП)
Общий выходной постоянный ток на всех входах/выходах	50 мА
Постоянный ток через вывод 3,3 В	800 мА
Постоянный ток через вывод 5 В	800 мА
Флеш-память	512 КБ
ОЗУ	96 КБ (два банка: 64 КБ и 32 КБ)
Тактовая частота	84 МГц

Библиографические ссылки

1. Лаптенко В. Д., Мурыгин А. В., Серегин Ю. Н., Браверманн В. Я. Управление электронно-лучевой сваркой / Сиб. аэрокосмич. акад. Красноярск, 2000. С. 234.
2. Электронно-лучевая сварка / О. К. Назаренко, А. А. Кайдалов, С. Н. Ковбасенко и др. / под ред. Б. Е. Патона. Киев : Наукова думка, 1987.
3. Arduino.ru [Electronic resource]. URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoDue> (date of visit: 05.03.2015).

© Липатов Р. В., Лаптенко П. В., Меньщиков Е. Ю., 2015

УДК 65.011.56

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАКУПОК НА ПРЕДПРИЯТИИ

А. Г. Луганская
Научный руководитель – В. С. Тынченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: angelaluganskaya@mail.ru

Система управления закупками сможет использоваться для всех предприятий, организаций, где есть потребность в автоматизации процесса закупок и контроле поставок, также может быть встроена в систему бюджетного управления, либо работать автономно. Поэтому очень важно правильно спроектировать систему планирования закупок на предприятии.

Ключевые слова: система закупок, интеллектуальное управление, управление закупками.

THE DESIGN OF ENTERPRISE PROCUREMENT PLANNING

A. G. Luganskaya
Scientific supervisor – V. S. Tynchenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: angelaluganskaya@mail.ru

Procurement management system can be used for all businesses, organizations, where there is a need to automate the process of procurement and supply, can also be built into the budget management system or operate independently. Therefore it is very important to design a system of procurement planning in the enterprise.

Keywords: procurement system, intelligent control, procurement management.

Закупочная деятельность – получение материалов требуемого качества в требуемом количестве из требуемого источника, доставляемых требуемое место и по требуемой цене. Термин «требуемый» в данном случае не является строгим и зависит от конкретной ситуации, т. е. каждая организация определяет содержание «требуемых» характеристик по-своему.

Фундаментом управленческого контроля является информация. Принятие хороших решений зависит от наличия требуемых людей, имеющих требуемую информацию в требуемое время и полученную из требуемых источников [1]. Информация – это ключевой элемент, необходимый для успешной работы закупок и поставок, так как без нее работники (менеджеры) не могут определить, что нужно потребителям, какие запасы имеются для удовлетворения этих требований и когда следует произвести или заказать дополнительную продукцию. При рассмотрении в более широкой перспективе видно, что сейчас организации все больше действуют на основе информации, и в настоящее время уже можно утверждать, что мы живем в информационном обществе.

Существует два разных способа мышления и моделирования – логический уровень и физический уровень. Понятие логический уровень подразумевает, что мы мыслим в понятиях реального мира и непосредственно из него берем объекты для моделирования. Например, люди, столы, подразделения, собаки и компьютеры – это реальные вещи. Объекты, на которые мы ссылаемся на логическом уровне, должны получать имена из естественного языка, с использованием таких разделителей (пробелов, черточек и т. п.), которые имеют смысл. На логическом уровне не имеет значения, например, какой СУБД мы будем пользоваться, является ли некоторое число целым или действительным, как лучше индексировать таблицу [2]. То, как логические модели будут выражаться в терминах физической базы данных, включая выбор СУБД, типов данных по умолчанию и эффективных схем индексирования, принято называть физическим уровнем модели. Используя одну и ту же модель, можно

говорить с конечными пользователями в понятной им терминологии и в то же время генерировать схему базы данных на языке, который может быть обработан СУБД пользователя.

Рассмотрим логическую модель, в которой должны быть созданы следующие сущности для дальнейшего проектирования системы управления закупками на предприятии: «Заказ», «Поставщики», «Страны», «Склады», «Товар». Для каждой сущности определяем набор атрибутов. Так как сущности в системе не могут существовать сами по себе. Они должны быть взаимосвязаны, поэтому обязательно надо создать «отношения» между сущностями.

На основе логического уровня физический уровень создается автоматически. Сущности превращаются в таблицы данных. Ключи превращаются в индексы [3].

Благодаря проведенной декомпозиции бизнес-процессов упрощается модель деятельности процесса закупок, что требует разработку и внедрение единой специализированной информационной системы. Это система мониторинга заказов, поставок и клиентов, которая позволит усовершенствовать поток собираемой информации, упорядочить работу персонала, повысить качество контроля полноты и достоверности данных [4] Следовательно, можно предположить, что процесс закупок сможет сэкономить на персонале, увеличить скорость оформления и редактирования заказа и смет, меньше времени тратить на обработку контактной информации от поставщиков, а также оперативно получать информацию об имеющихся товарах и быстро восполнять запас недостающих.

Библиографические ссылки

1. Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления // Невский диалект. 2001. 557 с.
2. Лайсонс К., Джиллингем М. Управление закупочной деятельностью и цепью поставок. М. : Инфра-М, 2005. 796 с.
3. Титоренко Г. Информационные системы в экономике. М. : Юнити-Дана, 2008. 464 с.
4. Абдинеев Н., Петров Л., Тихамиров Н. Интеллектуальный анализ бизнес-систем. М. : Инфра-М, 2010. 320 с.

© Луганская А. Г., 2015

УДК 004.45

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СВЯЗИ БАЗЫ ДАННЫХ С ОБЪЕКТОМ УПРАВЛЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА MODBUS**

А. А. Ногаев

Научный руководитель – А. Н. Коваленко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: acetenonly@yandex.ru

Рассмотрен способ минимизации затрат на эксплуатацию систем управления технологическим процессом, использующих протокол Modbus. Проиллюстрирована схема разделения программного обеспечения на исполняемые модули.

Ключевые слова: АСУ ТП, Modbus, OPC, SCADA, база данных, модульность.

**SYSTEM SOFTWARE DEVELOPMENT OF COMMUNICATION
BETWEEN DATABASE AND OBJECT OF MANAGEMENT BASED
ON MODBUS PROTOCOL**

A. A. Nogaev

Scientific supervisor – A. N. Kovalenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: acetenonly@yandex.ru

Considered the way to minimize the cost of running process control systems that use the Modbus. Illustrated scheme of software separation on executables.

Keywords: APCS, Modbus, OPC, SCADA, database, modular programming.

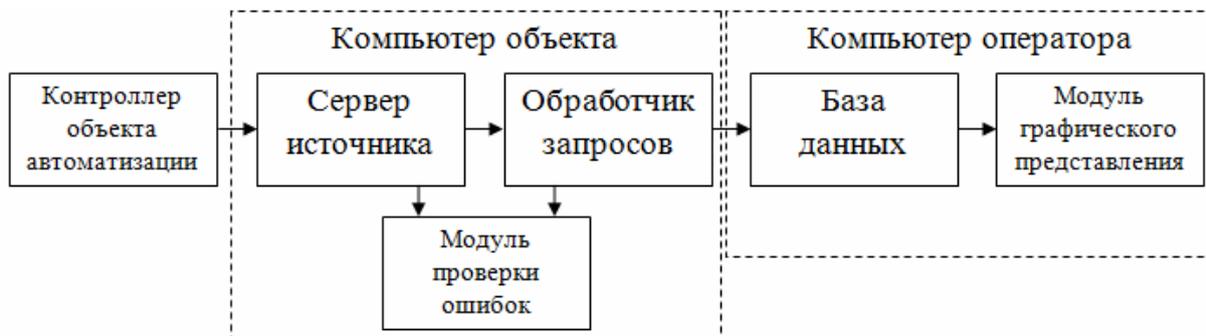
В ходе работы многих АСУ ТП компьютер используется для связи с запрограммированным контроллером, подключенным к объекту автоматизации. Рассмотрим конкретный пример: контроллер объекта автоматизации подключен через последовательный интерфейс RS-485 к компьютеру, на который устанавливаются программа-сервер и программа-клиент, связанная с базой данных. В роли сервера выступает OPC-сервер [1], который устанавливает связь по протоколу Modbus RTU с контроллером. Затем программа-клиент, в роли которой чаще всего выступает SCADA-система [2], отображающая полученные данные и протоколирует их в базу данных.

Предлагается изменить данный подход, путем использования системного программного обеспечения, которое позволит минимизировать затраты на эксплуатацию АСУ ТП. Программное обеспечение состоит из следующих модулей:

- сервер источника – устанавливает связь с контроллером и формирует SQL-запросы;
- обработчик запросов – устанавливает связь с базой данных и производит запись на основе SQL-запросов;
- модуль проверки ошибок – сообщает о наличии нештатных ситуаций;
- модуль графического Web-представления – производит визуализация базы данных.

На рисунке представлена схема разделения программного обеспечения на отдельные исполняемые модули. Сервер источника производит подключение к контроллеру по одному из протоколов Modbus (RTU или TCP) [3], в случае успешного подключения производится чтение необходимых тегов контроллера, полученная информация заносится в SQL-запрос [2].

Модуль «обработчик запросов» устанавливает связь с СУБД и выполняет SQL-запросы, созданные сервером источника, если не удается подключиться к базе данных – происходит накопление SQL-запросов, которые будут выполнены, как только будет восстановлена связь. Изменения в параметрах работы модулей (тип подключения, название базы данных, название таблицы и т. д.) производятся путем редактирования конфигурационных файлов в текстовом редакторе без повторного компилирования программы.



Модули программного обеспечения

Оба модуля начинают работать автоматически при запуске операционной системы и не используют графический интерфейс, что позволяет оставить на рабочем месте только системный блок, подключенный по локальной сети к компьютеру, на котором установлена база данных.

В случае возникновения нештатных ситуаций модуль проверки ошибок отправляет оператору sms или e-mail-сообщение и ожидает устранения причин неисправности.

Модуль графического Web-представления, источником для которого служит база данных, позволяет осуществить просмотр необходимой информации через браузер.

Таким образом, было рассмотрено системное программное обеспечение, позволяющее отказаться от использования платных SCADA-систем и OPC-серверов и минимизировать затраты на эксплуатацию систем управления технологическим процессом, использующих протокол Modbus.

Библиографические ссылки

1. Ковязин Р. Р., Платунов А. Е. Применение технологии OPC // Научно-технический вестник СПб ГИТМО (ТУ). Вып. 10. Информация и управление в технических системах / под ред. Ю. А. Гатчина. 2003. С. 71–71.
2. Новицкий С. Автоматизированная система управления реверсивным прокатным станом 400 инженера // Современные технологии автоматизации. 2008. № 3. С. 42–46.
3. Козак Н. В., Афанасьев А. В. Взаимодействие устройств электроавтоматики на основе промышленного протокола Modbus // Автоматизация и информационные технологии (АИТ-2012). Первый тур : сб. докл. студенческой науч.-практ. конф. М. : МГТУ «Станкин», 2012. С. 15–18.

© Ногаев А. А., 2015

УДК 57.084

ОБНАРУЖЕНИЕ БДГ ФАЗЫ СНА

С. И. Рыбаков, С. В. Тананыкин, Н. О. Егоров
Научный руководитель – А. Н. Бочаров

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sergei66666@yandex.ru

Рассмотрены особенности парадоксальной фазы сна и ее характеристики. Перечислены различные способы обнаружения этой фазы сна, проанализированы их преимущества и недостатки. Выбран наиболее подходящий из перечисленных методов.

Ключевые слова: парадоксальный сон, осознанное сновидение, ЭЭГ, ЭМГ, ЭОГ.

REM SLEEP DETECTION

S. I. Rybakov, S. V. Tananykin, N. O. Egorov
Scientific supervisor – A. N. Bocharov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sergei66666@yandex.ru

Features of paradoxical sleep phase and its characteristics are considered. Various methods for detecting this sleep phase are listed, their advantages and disadvantages are analyzed. The most appropriate method of these has been selected.

Keywords: REM sleep, lucid dreaming, EEG, EMG, EOG.

Парадоксальный сон (фаза быстрого движения глаз (БДГ)) характеризуется повышенной активностью головного мозга. На электроэнцефалограмме преобладает частота, соответствующая бодрствующему состоянию (бета-ритм). Во время БДГ сна скелетная мышечная активность полностью блокирована и тонус скелетных мышц значительно снижен (сонный паралич). Именно поэтому фазу сна и называют парадоксальной. Однако во время этой фазы сна сохраняется активность глазных мышц. Глазные яблоки совершают быстрые движения при закрытых веках. Также, во время парадоксального сна, обычно, наблюдаются сновидения. Самое интересное, что движения глазных яблок, как правило, связано с изменением направления взгляда во сне.

Обычно, во время сновидения человек не отдает себе отчет о том, что спит. Все действия во сне носят бессознательный характер. Однако существует второй вид сновидений, который называют осознанным сновидением. Во время осознанного сновидения человек действует сознательно, отдает себе отчет в своих действиях и может их объяснить. Для того чтобы узнать, что человек находится в осознанном сновидении можно использовать тот факт, что движение глазных яблок связано с изменением направления взгляда во сне.

Возникает вопрос: для чего можно использовать осознанные сновидения? В основном, осознанные сновидения носят развлекательный, а в некоторых случаях и терапевтический характер. Терапевтический эффект заключается в избавлении от ночных кошмаров, разрешении конфликтов, устранении страхов и комплексов [1].

Для инициирования осознанных сновидений есть несколько способов. Первый способ основан на постоянной тренировке, которая приводит к повышению уровня критичности. Этот способ может занять довольно много времени. Второй способ основан на том, что события из реального мира (свет, звук) могут встраиваться в картину сна. Для этого, во время БДГ фазы сна необходимо использовать звуковые, световые или другого рода сигналы. Считается, что второй способ проще первого.

Для того чтобы использовать второй метод необходимо разработать устройство, которое будет определять БДГ фазу сна, а затем будет инициировать различного рода события.

На данный момент существуют различные методики для определения фазы сна [2–6]. Например, можно использовать электроэнцефалографию, электромиографию, электрокардиографию\ фотоплетизмографию, электроокулографию\ инфракрасный датчик движения глаз. Проанализируем перечисленные методы, и отметим их достоинства и недостатки.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – регистрация электрической активности мозга с помощью электродов, размещенных на поверхности головы [2]. Преимущество данного метода заключается в том, что с его помощью можно достаточно точно определить БДГ фазу сна, так как каждой фазе на соответствует определенная частота. Однако недостатков больше, чем преимуществ. Во-первых, это необходимость использовать влажные электроды, что весьма неудобно. Второй недостаток вытекает из того, что ЭЭГ сигнал очень слабый, его необходимо усиливать обычно в 1000 раз. Однако эти приводит к усилению сетевого шума (50 Гц). Для его устранения необходимо использовать дорогостоящие усилители с высоким коэффициентом ослабления синфазного сигнала. И, в-третьих, ЭЭГ не отображает движение глазных яблок, что исключает возможность определить, находится ли человек в осознанном сне.

Электромиография (ЭМГ) – метод исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах. Метод основан на том, что во время БДГ фазы сна тонус мышц ослабляется. Этот метод имеет недостатки, присущие ЭЭГ. Стоит отметить, что ЭМГ редко используется отдельно, обычно вместе с ЭЭГ.

Электрокардиография (ЭКГ) – методика регистрации электрических полей, образующихся при работе сердца. С помощью ЭКГ можно определить частоту сердечных сокращений (ЧСС). В [3] отмечено, что частота сердечных сокращений коррелирует с фазой сна. Метод имеет те же недостатки, которые присущи ЭЭГ.

Фотоплетизмография – основана на использовании инфракрасного излучения и фотоприемника для регистрации кровяного потока [4]. Метод позволяет оценить ЧСС. Преимущество данного метода по сравнению с ЭКГ заключается в том, что не используются электроды и дорогостоящие усилители. Однако движение глазных яблок остается без контроля.

Электроокулография (ЭОГ) – регистрация изменения биопотенциалов во время движения глаз. При использовании данного метода необходимо использовать электроды и усилители, однако этот метод напрямую связан с регистрацией движения глазных яблок [5].

Инфракрасный датчик движения глаз – метод основан на регистрации изменения отраженного инфракрасного излучения, которое происходит при движении глазных яблок [6]. Этот метод удобнее в использовании по сравнению с ЭОГ, потому что не использует электроды.

Проанализировав достоинства и недостатки перечисленных методов, можно заключить, что для определения БДГ фазы сна наиболее оправданным с точки зрения удобства и дешевизны будет использование инфракрасного датчика. Стоит отметить, что при сравнении ЭОГ и инфракрасного датчика разрешающая способность методов не учитывалась, поскольку для определения БДГ фазы сна этот показатель не особо важен.

Библиографические ссылки

1. Лаберж С. Осознанное сновидение. СПб. : София, 2009. 320 с.
2. Susmakova K. Human Sleep and Sleep EEG. В. : Slovak Academy of Sciences, 2004. С. 59–74.
3. Masao Y. Detection of REM sleep by heart rate. К. : Kagoshima University, 2006. С. 205.
4. Dimitrova, T. Photoplethysmographic detector for peripheral pulse registration. S. : Electronics' 2005, 2005. С. 28–33.
5. Merino, M. A Method of EOG Signal Processing to Detect the Direction of Eye Movements. V. : Sensor Device Technologies and Applications, 2010. С. 100–105.
6. Kelsey, S. REM Sleep Alarm. С. : California Polytechnic State University, 2011. 46 с.

© Рыбаков С. И., Тананыкин С. В., Егоров Н. О., 2015

УДК 004.418

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХРАНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА

Н. Г. Савин

Научный руководитель – А. Г. Суворов

Руководители по иностранному языку – О. В. Маслова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Nik7892516@yandex.ru

*Рассмотрена и решена проблема автоматизации хранения компонентов пенополиуретана.
Разработана и внедрена система управления хранения компонентов пенополиуретана.*

Ключевые слова: пенополиуретан, заполнение, рециркуляция.

THE STRUCTURE OF THE CONTROL SYSTEM STORAGE COMPONENT POLYURETHANE

N. G. Savin

Scientific supervisor – A. G. Suvorov

Foreign language supervisor – O. V. Maslova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Nik7892516@yandex.ru

Reviewed and solved the problem of automated storage component polyurethane. Developed and implemented management system storage component polyurethane.

Keywords: polyurethane foam, filling, recycling.

Пенополиуретан относится к числу синтетических полимерных материалов, обладающих уникальными свойствами и широкой сферой применения. По своему составу пенополиуретан относится к двухсоставному веществу, его образуют так называемые *компоненты «А» и «Б»*. Компонент «А» – это гидроксилсодержащий элемент. При реакции с другим компонентом «Б», компонент «А» способствует созданию полимерной основы пенополиуретана. Компоненты перемешивают друг с другом. Это осуществляется с помощью электрического миксера на малых оборотах (100–200 об/мин).

Для того чтобы в готовой смеси было как можно меньше пузырьков, желательно перемешивать под вакуумом или производить дегазацию (под давлением –1 бар.) после перемешивания. Так как смешивание компонентов занимало огромное время, возникла потребности в автоматизации процесса. Система управления была реализована на контроллере Delta Electronics, управляемым консолью.

Данная система предназначена для получения готовых форм, используемых в дальнейшем:

- 1) для изготовления эластичных форм для художественного литья;
- 2) получение эластичных защитно-декоративных покрытий;
- 3) получение гипсовых изделий методом ручной или машинной заливки в формы из полиуретановых эластомеров.

Для включения/выключения двигателя мешалки управляется кнопками ВКЛ./ВЫКЛ. соответственно. При включении, изображение мешалки приобретает зеленый цвет. Серый цвет индицирует ее выключенное состояние [1].

Регулирование температуры компонента происходит в автоматическом режиме. Для включения клапана подачи воды в контур охлаждения необходимо включение мешалки. Ввод нижнего и верхнего предела температур осуществляется в меню «Настройка». Клапан подачи воды в контур охлаждения включается при достижении верхнего предела температуры компонента. Для выключения клапана подачи воды в контур охлаждения необходимо достигнуть нижнего предела.

Выбор режима работы бака

В режим заполнения автоматически закрываются все задвижки на заполнение других баков соответствующего компонента. Также происходит закрытие задвижек на подачу и рециркуляцию бака, переведенного в режим заполнения. При успешном открытии задвижки на заполнение, будет оповещен сигнал в 79 корпус, дающий разрешение на запуск насоса подачи компонента. В случае повышения уровня в баке до 1 500 мм подача разрешающего сигнала прекращается.

В режим рециркуляции автоматически закроются задвижки на подачу и рециркуляцию на других емкостях с соответствующим компонентом. Также произойдет закрытие задвижки на заполнение бака, переведенного в режим рециркуляции.

Управления насосами

Для выбора режима работы через инвертер необходимо перевести переключатель 1 в соответствующее положение, нажав на них. В случае выхода из строя инвертера предусмотрена возможность работы насоса, используя положение «прямое включение» [2].

Переключатель 2 служит для выбора насоса.

Переключатель 3 позволяет выполнять регулирование:

- Регулирование давления.
- Поддержание частоты.

Для поддержания частоты, используется цифровое поле ввода 4 служит для ввода установки частоты.

Цифровое поле ввода 5 служит для ввода установки давления, в случае выбора режима регулирования давления.

На цифровом индикаторе 6 отображается текущее давление.

Кнопки 7 и 8 служат для пуска/остановка насоса.

Экран управления насосами ISO аналогичен. Для включения необходимо:

1. Включить вводной автомат, расположенный на левой стенке ШУ.
2. Загрузить «Основного экрана» панели оператора.
3. Отжать кнопку «Аварийный стоп» на двери ШУ.
4. Нажать кнопку «Питание цепей управления».
5. Выбрать емкости и перевести их в необходимый режим (заполнение, рециркуляция) по каждому из компонентов.

6. Перейти к экрану управления насосами.
7. Перевести переключатель 1 в положение «Через инвертер».
8. Выбрать насос, с помощью переключателя 2.
9. Выбрать режим регулирования, используя переключатель 3.

Регулирование давления осуществляется следующим образом:

- Перевести переключатель 3 в положение «Регулирование давления».
- В поле цифрового ввода 5 указываем значение давления.
- Нажимаем кнопку 7 «Включить».

Поддержание частоты осуществляется следующим образом:

- Нужно перевести переключатель 3 в положение «Поддержание частоты»
- Затем в поле цифрового ввода 6 ввести значение частоты.
- И после этого нажать на кнопку 7 «Включить».

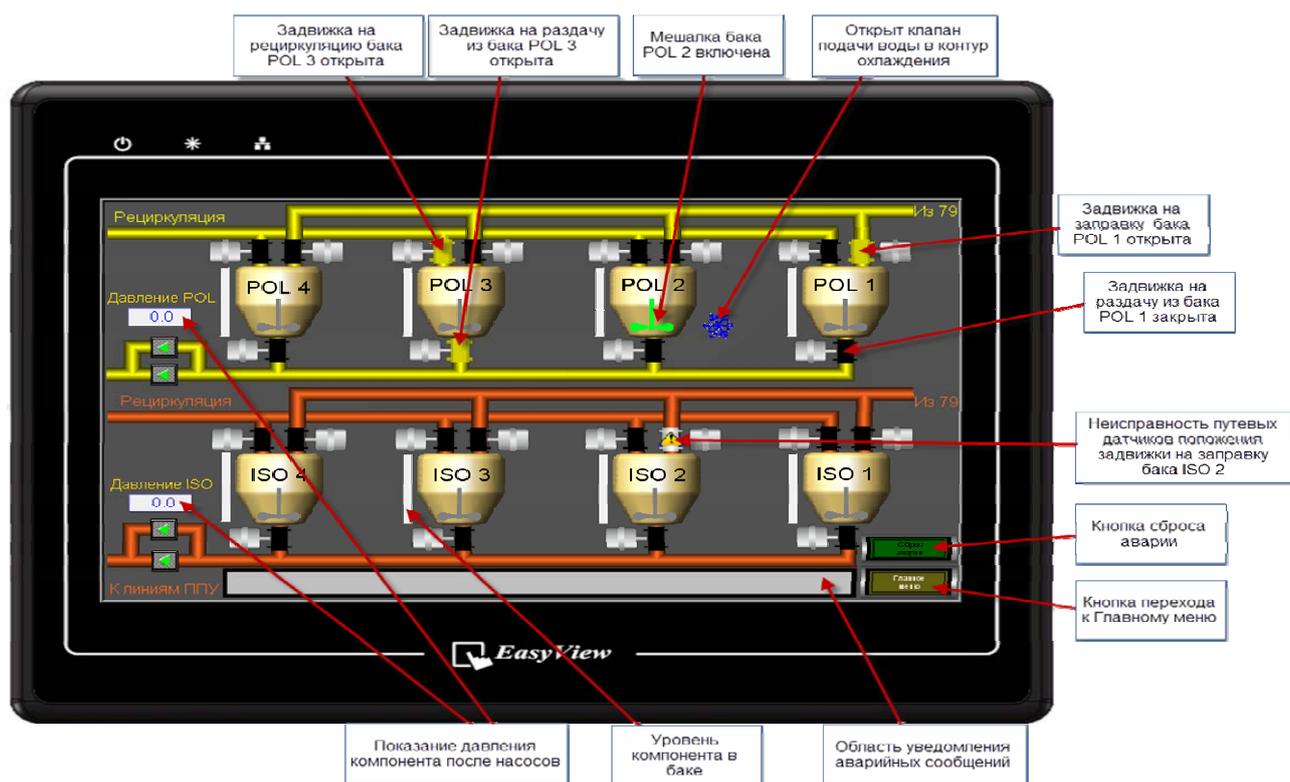
Порядок отключения:

1. Перейти к экрану управления насосами Pol.
2. Нажать кнопку 8 «Выключить» для выключения насоса Pol.
3. Перейти к экрану управления насосами ISO.
4. Нажать кнопку 8 «Выключить» для выключения насоса ISO.
5. Выключить вводной автомат, расположенный на левой стенке ШУ.

Порядок аварийного отключения:

1. Нажать «Аварийный стоп».
2. Выключить вводной автомат, расположенный на левой стенке ШУ.

На рисунке представлена консоль управления, созданная для удаленного управления автоматизированной системы управления. Управляющей задвижками открытием/закрытием клапанов, аварийным сбросом, мешалками и давлением насосов [3].



Консоль для удаленного управления автоматизированной системой управления

Применение данной системы сократит количество обслуживающего персонала, упростит работу и повысит функциональность. Теперь не нужно ходить по техническим помещениям для регулирования давления и управления баками, а достаточно лишь нажать пару кнопок.

Библиографические ссылки

1. Web-site of system "Progress-pk" [Electronic resource]. URL: <http://www.progress-pk.ru/komponenty> (available: 10.04.2015).
2. Web-site of system "Polimer-L" [Electronic resource]. URL: <http://penol.ru/articles/item100065> (available: 10.04.2015).
3. Web-site of system "Korund-250" [Electronic resource]. URL: <http://ruspolyplast.ru/?id=1993> (available: 10.04.2015).

© Савин Н. Г., 2015

УДК 004.051

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОЕКТОВ

А. С. Свиридова, О. А. Эмилова, Ю. В. Климец
Научный руководитель – В. В. Молоков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: mayckova@mail.ru

Данная статья посвящена рассмотрению одной из самых молодых и наиболее актуальных методологий разработки сложных программных проектов. Приводятся особенности организаций процесса разработки, а так же преимущества при использовании этой методологии.

Ключевые слова: Scrum, программное обеспечение, команда, разработка, методология, проект.

ANALYSIS OF MODERN METHODOLOGIES FOR THE DESIGN OF COMPLEX SOFTWARE PROJECTS

A. S. Sviridova, O. A. Emilova, U. V. Klimec
Scientific supervisor – V. V. Molokov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: mayckova@mail.ru

This article is devoted to one of the youngest and most relevant methodologies for developing complex software projects. The features of the organizations development process, as well as the advantages of using this methodology.

Keywords: Scrum, software, team development, methodology, project.

Сегодня существует достаточно много различных методологий разработки сложных программных проектов, которые по своей сути могут перекликаться или разительно отличаться друг от друга. Тем не менее, каждая группа разработчиков рано или поздно сталкивается с процессом организации своей деятельности. Какую методологию выбрать – зависит от решаемых задач, а так же от условий, в которых ее предстоит решать. Основная цель – выполнить поставленную задачу в строго определенные сроки, соблюсти все требования, а так же обеспечить гибкость разработки [1]. Есть и дополнительные цели, среди которых – распределение нагрузки на всех членов команды, минимизация изменений при отклонении от первоначального заданного варианта технического задания, а также удобство рассмотрения выполненных задач и находящихся на исполнении.

Одна из таких методологий, набирающая популярность и способная объединить в себе все преимущества – это Scrum-методология.

Scrum – методология управления проектами, активно применяющая при разработке информационных систем для гибкой разработки программного обеспечения. Scrum четко делает акцент на качественном контроле процесса разработки. Кроме управления проектами по разработке ПО Scrum может также использоваться в работе команд поддержки программного обеспечения (soft support teams), или как подход управления разработкой и сопровождением программ: Scrum of Scrums [2].

По своей сути Scrum позволяет фокусироваться на постановке наиважнейших, с точки зрения бизнеса ценностей в наикратчайшие сроки. Бизнес расставляет приоритеты, команды исполнителей организуют процесс таким образом, чтобы задачи с высшим приоритетом были выполнены первостепенно.

Однако чтобы провести обзор всех возможностей использования Scrum при работе над учебным проектом, рассмотрим каждый этап создания проекта последовательно [3].

Итак. Первоначальной задачей при создании учебного проекта является формирование некой концепции, а так же требований, которые выдвигаются для будущего проекта.

В результате формируется так называемый Product Backlog (Отобранный баклог), который является готовым списком требований к функционалу и целям учебного проекта. Список изначально уже упорядочен по важности требований. Опять же, при работе над учебным проектом важно выстроить Product Backlog по принципу «что мы хотим достичь в итоге», при этом, не обращая внимания на «как этого достичь».

После того, как Product Backlog был передан команде, происходит оценка объема работ. В результате командой формируется «история» по каждой задаче или требованию, которая помимо основных полей (Название, приоритет, важность).

Итак, Product Backlog полностью составлен, история описана – переходим к следующему не менее важному этапу, который называется – планирование Sprint (итераций). Цель планирования состоит в сборе необходимой информации для продуктивной работы в заданный промежуток времени, который обычно измеряется в неделях. С другой стороны – планирование есть инструмент для дополнительной гарантии движения по проекту.

В результате каждый Sprint состоит из целевого назначения, списка участников команды (с определением трудозатрат каждого), списка задач из истории, которые будут решаться за заданный промежуток времени, а так же дата демонстрации (Баклог итераций).

Каждая итерация длится конечный период времени, который задается при формировании отдельного Sprint. Ежедневно проводятся совещания, предназначенные для определения выполненной работы и, при необходимости, внесения корректировок в план. По окончании срока Sprint, происходит демонстрация новой функциональности, продолжительность которой варьируется в рамках четырех часов.

За это время, заказчик может оценить выполненную за Sprint работу. Так как за каждую итерацию решается узкий круг задач, то на демонстрацию могут быть приглашены дополнительные заинтересованные лица, которые будут являться основными пользователями выполненного функционала. Так, в процессе дискуссии определяются положительные и отрицательные моменты результатов Sprint. Все существенные недостатки, недоработки или «узкие» места в последующем будут дорабатываться.

На этой же демонстрации определяются задачи для следующей итерации.

Таким образом, работа над проектом происходит в виде цикла с постоянным контролем выполненной работы. Это позволяет постепенно двигаться к конечной цели, причем от реализации более приоритетных к менее значимым.

В завершение стоит отметить, что данная методология сейчас входит в большинство современных систем управления проектами компании и организуется в виде Канбан-доски. Яркими представителями таких систем являются – SVN, ViewProject, а саму методологию используют как на отечественных, так и иностранных предприятиях, в том числе, Microsoft.

Библиографические ссылки

1. Мартин Р. С., Ньюкирк Дж. В., Косс Р. С. Быстрая разработка программ. Принципы, примеры, практика = Agile software development. Principles, Patterns, and Practices. М. : Вильямс, 2004. С. 752.
2. Кон М. Scrum: Гибкая разработка ПО Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum. М.: Вильямс, 2011. С. 576.
3. Книберг Х. Scrum и XP: заметки с передовой. Scrum and XP from the trenches. C4Media. 2007. С. 140.

© Свиридова А. С., Эмилова О. А., Климец Ю. В., 2015

УДК 681.5.09

ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ПОРОШКОВОЙ КРАСКИ НА ЛИНИИ EISENMANN В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Е. А. Сысоев

Научный руководитель – А. Н. Коваленко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: jonns91@mail.ru

Рассматривается проблема получения достоверных данных, связанных с колебаниями оборудования. Предлагаются способы решения проблемы. Приводятся достоинства и недостатки каждого из способов.

Ключевые слова: фильтр, шум, помеха.

PROBLEMS OF CONTROL FLOW POWDER COATINGS EISENMANN LINE IN REAL TIME

E. A. Sysoev

Scientific supervisor – A. P. Kovalenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: jonns91@mail.ru

The problem of obtaining reliable data related to fluctuations in the equipment. Suggests ways to solve the problem. Given the advantages and disadvantages of each method.

Keywords: filter, noise, interference.

Контроль расхода порошковой краски на производстве является важной задачей для планирования производства. Он также позволяет сделать расчеты себестоимости для покраски изделий. Для правильного планирования необходимо чтобы этот процесс был максимально точен.

На предприятии был установлен весовой бункер на 4 тензодатчика. Они подключены к весоизмерительному преобразователю ТВ-006С. С контроллера преобразователя информация передается на преобразователь COM→Ethernet далее через 30 м Ethernet к компьютеру в защищенной производственной сети. На компьютере программа, которая по протоколу modbus считывает данные по текущему весу и формирует SQL запросы для базы данных (БД). При наличии связи с БД запросы обрабатываются. Такой механизм обеспечивает надежность получения данных при разрыве соединения, так как сервер БД FireBird-CentOS это виртуальная машина в другом производственном корпусе. Данные по замерам краски могут быть представлены как в графиках, так и в табличном виде на заданный период на сайте компании и использованы для технологических и плановых расчетов всеми службами. Краска в бункер подается порциями 20 кг в коротких промежутках времени. При этом бункер может совершать колебательные процессы, которые искажают весовую картину. Такие колебания являются шумом и их влияние необходимо исключить в пределах заданной погрешности. Реальная картина измерений представлена в графиках на рис. 1 и является темой исследования. Шумы приводят к погрешностям расчетов краски, трудностям контроля. Необходимо с ними бороться и для этого существует несколько способов на аппаратном и программном уровне.

Весоизмерительный преобразователь не имеет встроенных фильтров, т. е. что получает на вход от весов, то выдает на выход к серверу. Читая информацию с сервера, мы имеем дело с показаниями весов со всеми возможными помехами. Таким образом, на аппаратном уровне мы не можем получать не искаженные данные и необходимо прибегать к программной фильтрации [1]. Программные фильтры широко используются в системах измерения. Существует множество фильтров: экспоненциаль-

ный, медианный, Гаусса и т. п. Проблема выбора типа фильтра обеспечить надежную и эффективную корректировку данных. Рассмотрим некоторые из типов фильтров.

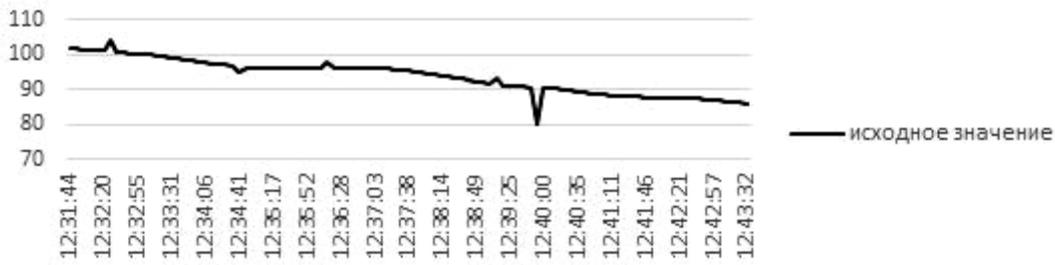


Рис. 1. Шумы (помехи) в системе контроля

Экспоненциальный фильтр – самый простой и самый распространенный фильтр. Он также называется фильтром первого порядка. Аналитически он может быть описан следующим уравнением:

$$y_k = \Phi * x_k + (1 - \Phi) * y_{k-1},$$

где Φ – коэффициент фильтрации; y_k – фильтрованное значение; x_k – измеренное значение.

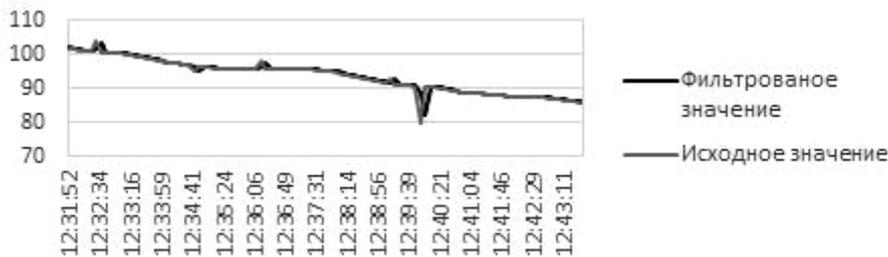


Рис. 2. Работа экспоненциального фильтра

При контроле расхода краски необходимо получать истинные значения в реальном времени, что не может обеспечить экспоненциальный фильтр. Соответственно, для нашей системы этот фильтр не подходит. В некоторых случаях можно просто отсечь («обрезать») значение, при котором выполняются некоторые условия. Простейшее отсечение производится по заданной нижней и верхней границе:

$$y_k = \begin{cases} x_k, & \text{если } x_k > x^{\min} \text{ и } x_k < x^{\max}, \\ y_{k-1}, & \text{если } x_k \leq x^{\min}, \\ y_{k-1}, & \text{если } x_k \geq x^{\max}, \end{cases}$$

где x^{\min} и x^{\max} – минимальная и максимальная граница значений.

Данное ограничения можно применять в тех случаях, когда значение параметра не может быть больше или меньше заданного значения, например, если значение расхода меньше 5 %.

В нашем случае, имеются некоторые выбросы, пики, которые носят импульсный непредсказуемый характер. Для фильтрации таких помех существует несколько фильтров [2]. Фильтр от импульсных помех (noisespikefilter) использует предел изменения значений, для фильтрации импульсов:

$$y_k = \begin{cases} x_k, & \text{если } |x_k - y_{k-1}| \leq \Delta, \\ y_{k-1} - \Delta, & \text{если } y_{k-1} - x_k > \Delta, \\ y_{k-1} + \Delta, & \text{если } x_{k-1} - y_{k-1} > \Delta. \end{cases}$$

Таким образом, фильтр действует, только на одно значение, если разница между текущим значением и предыдущим фильтрованным значением больше, чем предел, то измеренное значение заменяется на разницу или сумму предыдущего значения и предела, в зависимости от знака превышения.

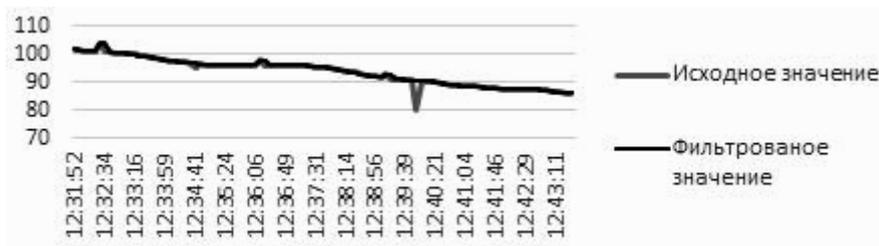


Рис. 3. Работа фильтра импульсных помех

Медианный фильтр (medianfilter) – метод нелинейной обработки сигналов. В основе данного метода лежит вычисление скользящей медианы. Для того чтобы найти значение скользящей медианы в точке t , необходимо вычислить медиану значений ряда в интервале времени $[t - v, t + v]$. Полученное значение называется $(2 \cdot v + 1)$ - точечной скользящей медианой. Если момент времени t отстоит от начала или конца временного ряда менее чем на v точек, то соответственно вычисление $(2 \cdot v + 1)$ – точечной скользящей медианы становится невозможным [3]. Чтобы не сужать область определения сглаженного временного ряда, вычисляется значение скользящей медианы меньшего порядка. Для обработки конечных значений используется процедура, предложенная Тьюки (Tukey, 1961), согласно которой в качестве сглаженного значения для y_0 (0 – начальный момент времени) предлагается взять медиану трёх точек y_0, y_1 и $(3y_1 - 2y_2)$; для последнего момента используется аналогичная формула.

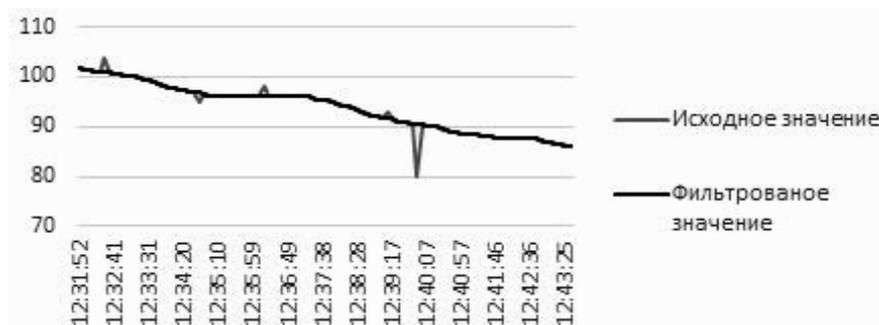


Рис. 4. Работа медианного фильтра

Таким образом, импульсный шум лучше всего удаляется нелинейными фильтрами. Был реализован медианный фильтр на этапе формирования SQL запросов для БД. Тем самым мы избавились от шумов на графиках, и получили достоверный результат в пределах заданной погрешности.

Библиографические ссылки

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. М. : Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов. М. : Радио и связь, 1990. 256 с.
3. ElectronicbookPrett [Электронный ресурс]. URL: http://sernam.ru/book_prett2.php (дата обращения: 19.1.2013).

© Сысоев Е. А., 2015

УДК 004.418

ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

С. В. Тананыкин, С. И. Рыбаков, А. Д. Володенков
Научный руководитель – В. С. Тынченко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: djsoom29@yandex.ru

Рассмотрена и решена проблема достоверного определения положения транспортного средства на маршруте по его координатам. Реализован алгоритм и разработана система информирования пользователей.

Ключевые слова: общественный транспорт, система информирования, положение на маршруте.

TRACKING POSITION OF PUBLIC TRANSPORT IN REAL TIME

S. V. Tananykin, S. I. Rybakov, A. D. Volodenkov
Scientific supervisor – V. S. Tynchenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sergei66666@yandex.ru

The problem of authentic determination of provision of the vehicle on a route on its coordinates is considered and solved. The algorithm is realized and the system of informing users is developed.

Keywords: public transport, informing system, position on the route.

В настоящее время практически весь общественный транспорт оснащен оборудованием, которое позволяет отслеживать его текущее местоположение. Оборудование, которое установлено в общественном транспорте, отправляет только свои координаты. Но сами по себе эти данные не представляют особой ценности, поскольку не позволяют узнать текущее положение транспорта на маршруте, спрогнозировать время прибытия, а также уведомлять пассажиров о приближении транспорта. В связи с этим, появляется необходимость создания системы, которая сможет преобразовать координаты в положение транспортного средства на маршруте, т. е. указать к какой остановке оно движется. В свою очередь это позволит прогнозировать время прибытия, а также разработать систему уведомления. Это позволит пассажирам планировать свои поездки.

Для того чтобы пользователю было удобно отслеживать местоположение транспорта, необходимо показывать транспорт как на карте, так и в виде списка остановок.

На сегодняшний день существует множество подобных системы, предназначенных для информирования пассажиров городского транспорта. Однако большинство из них имеют недостатки:

1. Наличие в списке остановок транспортного средства, которое съехало с маршрута. Этот недостаток приводит к тому, что пользователь ожидает транспорт, который не приедет на остановку.
2. Часто на карте неверно отображается направление движение транспорта, в случае низкой скорости движения.
3. Отсутствие системы оповещения о прибытии транспорта.

Перечисленные недостатки побудили к разработке и введению в эксплуатацию системы, в которой были устранены перечисленные недостатки. Система была реализована в виде веб-приложения и приложений для мобильных устройств. Данная система позволяет отследить общественный транспорт, а также может оповестить пользователя о прибытии транспорта [1].

Сервис позволяет просматривать текущее положение городского транспорта, как в виде списка, так и на карте. Внешний вид клиентской части приведен на рис. 1–3. Обновление местоположения происходит автоматически с заданным промежутком на стороне клиента.

Перед внедрением системы было проведено нагрузочное тестирование, в результате которого тенденция падения производительности не наблюдалась [2].

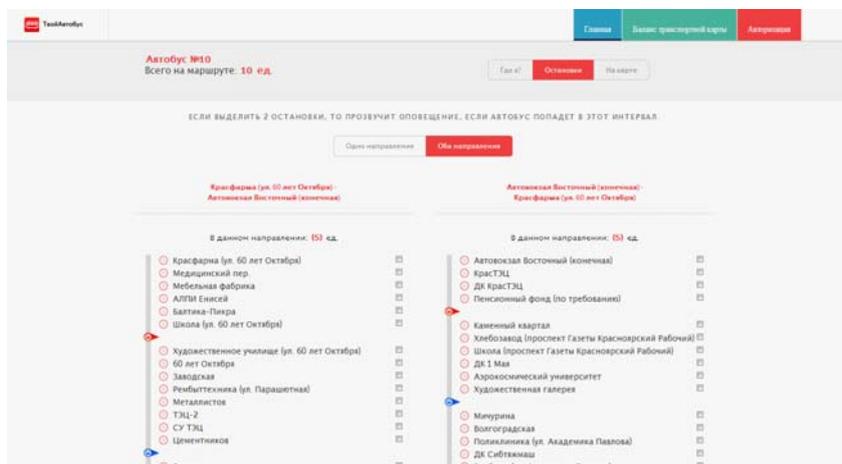


Рис. 1. Просмотр остановок и транспорта в виде списка

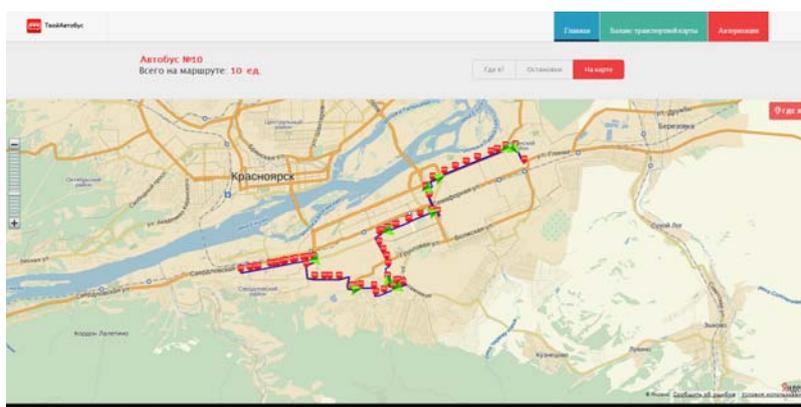


Рис. 2. Просмотр остановок и транспорта на карте

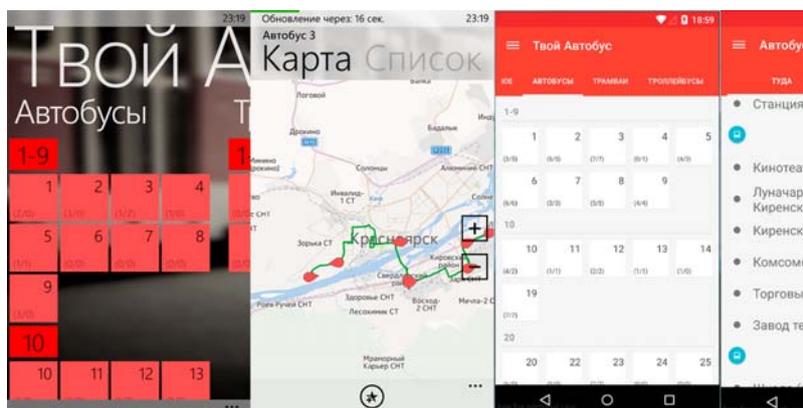


Рис. 3. Внешний вид мобильных приложений

Проблема преобразования координат в положение транспортного средства на маршруте была решена следующим образом. Для каждого маршрута хранится его маршрут следования. Координата транспортного средства проверяется на принадлежность к данной линии. На основе этого делаются выводы:

- о направлении движения транспортного средства;
- положении транспорта в списке остановок;
- оставшемся расстоянии до остановки.

Это позволило устранить недостатки присущие существующим сервисам.

Для решения же проблемы достоверного прогнозирования времени прибытия необходимо иметь информацию о состоянии дорожного движения, т. е. наличия пробок. Однако доступ к этим данным ограничен. В настоящее время ведется разработка алгоритма, который позволит получить информацию о состоянии дорожного движения на основе данных о положении транспортных средств [3].

В заключение хочется отметить, что разработанный проект работает в полном объеме и в нем отсутствуют перечисленные выше недостатки. Также на данный момент ведется работа по внедрению уведомлений в мобильные приложения.

Библиографические ссылки

1. Веб-сайт системы «Твой Автобус». [Электронный ресурс]. URL: <http://your-bus.ru/> (дата обращения: 05.04.2015).
2. Loadimpact – Система нагрузочного тестирования [Электронный ресурс]. URL: <http://loadimpact.com> (дата обращения: 05.04.2015).
3. Как посмотреть где находится автобус онлайн [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1-prp.ru/index.php/Как%20посмотреть%20где%20находится%20автобус%20онлайн> (дата обращения: 05.04.2015).

© Тананыкин С. В., Рыбаков С. И., Володенков А. Д., 2015

УДК 004.051

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «НАУКА» В АСУ «ПАЛЛАДА»

О. А. Эмилова, А. С. Свиридова
Научный руководитель – М. В. Сержантова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail:shyx_89@mail.ru

Рассмотрена существующая автоматизированная системы управления (АСУ) «Паллада» в Сибирском государственном аэрокосмическом университете (СибГАУ). Приведена примерная структура АСУ «Паллада». Проведен краткий анализ информационной подсистемы «Наука», приведена ее структура.

Ключевые слова: автоматизированная система управления (АСУ), подсистема, модуль, научно-исследовательская работа студентов (НИРС), университет.

ANALYSIS ACCOUNTING SYSTEM RESEARCH ACTIVITIES IN HIGH SCHOOL

О. А. Emilova, A. S. Sviridova
Scientific supervisor – M. V. Serzhantova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail:shyx_89@mail.ru

The existing automated control system (ACS) “Pallas” in the Siberian State Aerospace University (SibSAU). ACS is a sample structure of “Pallada”. The brief analysis of information subsystem “Science” shows its structure.

Keywords: automated control system (ACS), a subsystem, module, the research work of students (NIRS), University.

Автоматизированная система управления – это, как правило, система «человек–машина», призванная обеспечивать автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации процесса управления. В отличие от автоматических систем, где человек полностью исключен из контура управления, АСУ предполагает активное участие человека в контуре управления, который обеспечивает необходимую гибкость и адаптивность АСУ [1].

Ввод в действие АСУ должен быть оправдан, т. е. должен приводить к полезным технико-экономическим, социальным или другим результатам. В частности, использование автоматизированной системы управления позволяет добиться снижения численности управленческого персонала, повышения качества функционирования объекта управления и самого управления и т. д.

Для эффективного использования новых знаний, полученных в ходе научно-исследовательской работы, требуется постоянный учет получаемых данных и результатов исследований. Поэтому разработка современных автоматизированных систем учета результатов научной деятельности является актуальным направлением во многих вузах, в том числе и в Сибирском государственном аэрокосмическом университете. В настоящее время в университет к средствам контроля и анализа научно-исследовательской работы относятся следующие документы:

- отчет о НИР;
- планы по результатам научно-исследовательских работ студентов;
- темы выпускных квалификационных работ от кафедры;
- планы научно-методической комиссии;
- сведения по практикам;
- отчет о заседании методической комиссии;

- протоколы;
- распоряжения;
- учебные планы;
- планы изданий и др.

К АСУ предъявляется ряд общих требований:

- совместимость элементов друг с другом, а также с автоматизированными системами, взаимосвязанными с данной АСУ;
- приспособленность к модернизации, развитию и расширению с учетом будущих перспектив;
- достаточная степень надежности для достижения установленных целей функционирования системы при заранее заданных условиях ее применения;
- адаптивность к изменениям условий ее использования;
- контроль правильности выполнения автоматизируемых функций и диагностирование с указанием места, вида и причины возникновения нарушений правильности функционирования системы;
- меры защиты от неправильных действий персонала, приводящих к аварийному состоянию объекта или системы управления, от случайных изменений и разрушения информации и программ, а также от несанкционированного вмешательства и утечки информации [2].

АСУ вузом «Паллада», разработанная управлением информационных технологий СибГАУ, отвечает всем вышеперечисленным требованиям, совместима с необходимыми программными продуктами для выполнения работы в различных структурных подразделениях вуза. «Паллада» выполнена на платформе Odoo (бывшая Tiny ERP, OpenERP) – ERP- и CRM-система, разрабатываемая бельгийской компанией OpenERP S. A. Распространяется по свободной лицензии AGPL [3]. В настоящий момент система состоит из 9 подсистем, в свою очередь каждая подсистема состоит из нескольких модулей, которые направлены на автоматизацию различной деятельности университета. Рассмотрим примерную структуру системы «Паллада», представленную на рисунке. Более подробно акцентируем свое внимание на подсистеме «Наука», которая, в настоящий момент, состоит из 4 модулей: «Гранты», «Публикации», «Кадры высшей квалификации» и «Интеллектуальная собственность». Система находится на этапе разработки, в дальнейшем возможны изменения и увеличение количества модулей.



Примерная структура АСУ вузом «Паллада» с развернутой модульной структурой подсистемы «Наука»

Подсистема «Наука» направлена на сбор, хранение и переработку информации, касающейся научной деятельности вуза, в том числе научно-исследовательской работы студентов (НИРС). Данная подсистема поможет автоматизировать типовые операции по ведению, учету предоставлению и тиражированию информации об успеваемости, научных достижениях (участие в конференциях, конкурсах грантах, публикации, патенты), участии в общественной и спортивной жизни университета. Так как до сегодняшнего периода основным «ключом преткновения» процесса НИРС является отсутствие единого информационного пространства, в котором была бы собрана информация о достижениях студентов. Информация, которая имеется у взаимодействующих сторон (дирекции/деканаты, отдел НИРС и т. д.) является разрозненной, что вызывает сложности с поддержанием ее актуальности и обработки [4].

Библиографические ссылки

1. Понятие «автоматизированные системы управления» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.irbis.vegu.ru/repos/11546/Html/006.htm> (дата обращения: 08.04.15).
2. Основные понятия об АСУ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.support17.com/component/content/469.html?task=view> (дата обращения: 10.04.15).
3. Odoо [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Odoо> (дата обращения 10.04.15).
4. Техническое задание на разработку автоматизированной системы «Наука». С. 4.

© Эмилова О. А., Свиридова О. А., 2015

УДК 004.056

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ**

Б. В. Волошин
Научный руководитель – В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: bodia@bk.ru

Описываются принципы построения архитектуры системы защиты информации, и ее основные элементы. Рассматриваются особенности построения системы защиты информации с учетом наличия процесса управления информационной безопасностью.

Ключевые слова: архитектура системы защиты информации, система управления информационной безопасностью.

**CONCERNING CREATION OF INFORMATION SECURITY MANAGMENT SYSTEM
FOR AUTOMATED SYSTEM**

B. V. Voloshin
Scientific supervisor – V. G. Zhukov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: bodia@bk.ru

Describes the principles of the system architecture of information security, and its basic elements. The features of building information security system based on the availability of information security management process.

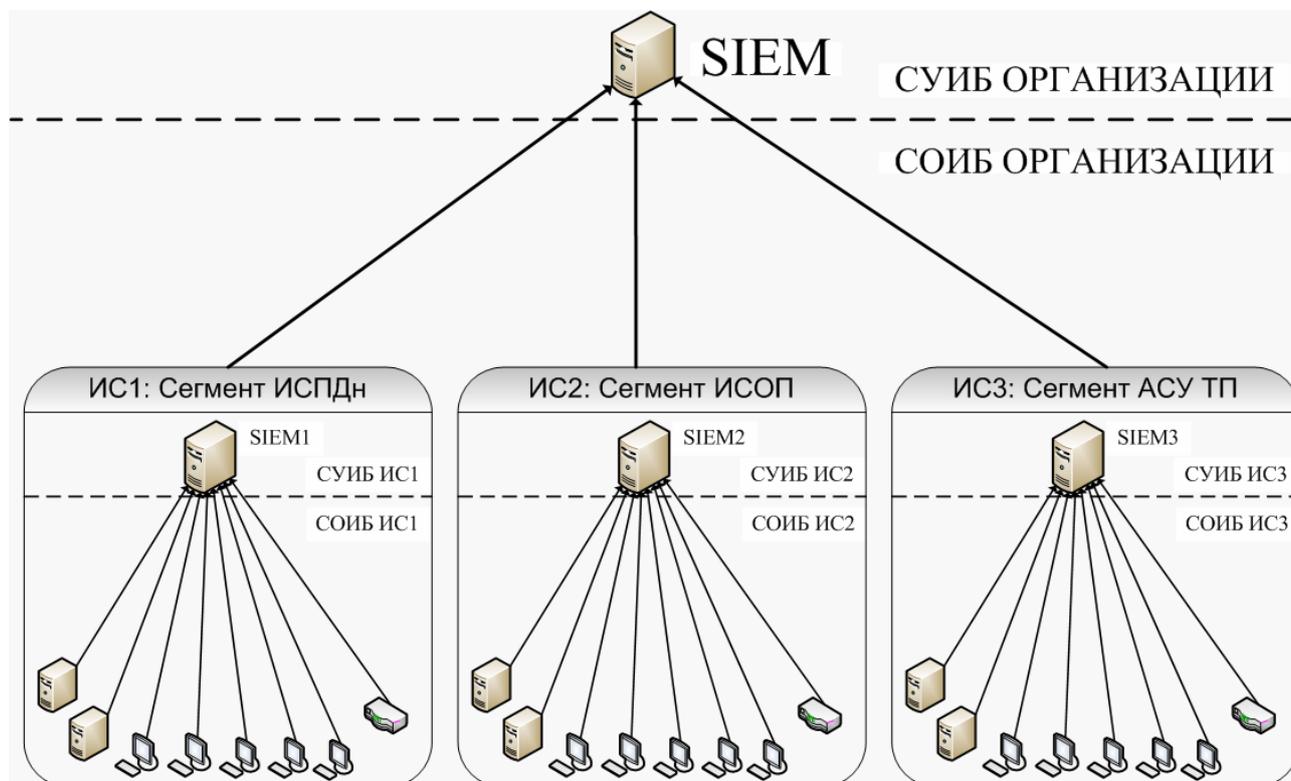
Keywords: information systems security architecture, information security management system.

Потребности бизнеса в минимизации рисков, а также необходимость выполнения требований нормативных актов по защите информации, приводят к созданию системы обеспечения информационной безопасности (СОИБ) предприятия. СОИБ предполагает наличие процессов обеспечения информационной безопасности (ИБ). Современные подходы к обеспечению ИБ предполагают наличие, с определенного уровня зрелости организации, процессов управления ИБ, и как следствие – системы управления ИБ (СУИБ). СУИБ представляет собой часть общей системы управления, основанной на использовании методов оценки бизнес-рисков для разработки, внедрения, функционирования, мониторинга, анализа, поддержки и улучшения информационной безопасности организации.

Целью построения СУИБ является выбор соответствующих мер управления безопасностью, предназначенных для защиты информационных активов и гарантирующих доверие заинтересованных сторон [1]. Процессы управления должны выполнять следующие функции: прогнозные, оценка эффективности мер и средств, реагирование на изменчивость бизнес-процессов, своевременное обнаружение проблем в СОИБ. Выполнение этих функций накладывает специфику на архитектуру построения системы защиты информации (СЗИ) (см. рисунок).

Для построения технической архитектуры эффективной СЗИ необходимо выделить соответствующие принципы. Национальные [1] и международные стандарты, требования и рекомендации

Банка России [2], приказы ФСТЭК России [3; 4] в качестве общих принципов выделяют: сегментирование информационной системы (ИС) и управление событиями ИБ.



Пример архитектуры СЗИ

Сегментирование информационной системы проводится на основании сведений об общности категории обрабатываемой информации, процессов обработки, физического расположения локальной вычислительной сети, юридического подчинения (крупные организации нередко включают в себя несколько юридических лиц).

Например, международные организации осуществляют свою деятельность в ряде стран, и, соответственно, обязаны соблюдать законы, действующие в разных странах, результатом чего может возникнуть различие в требованиях информационной безопасности в зависимости от страны, в которой функционирует организация. Для выполнения этих различных требований информационной безопасности тех стран, где международная организация осуществляет свою деятельность, решением может стать сегментация сети.

Использование принципа сегментации позволяет получить следующие преимущества:

- повышение надежности сети за счет изолирования инцидентов в сегменте;
- ограничение доступа за пределы сегмента;
- упрощает управление защитой (например, администратора безопасности сегмента можно наделить полномочиями определять и реализовывать правила и процедуры безопасности, в то время как администратор безопасности всей информационной системы организации сохраняет контроль над коммуникациями между сегментами).

Сегментирование может осуществляться посредством использования разнообразных средств:

- межсетевых экранов;
- технологии VLAN (Virtual Local Area Network);
- средств виртуализации;
- программно-конфигурированных сетей.

Управление событиями ИБ включает в себя процессы регистрации, сбора, хранения, защиты, мониторинга и анализа событий ИБ. Результаты процесса управления событиями лежат в основе процессов обнаружения инцидентов и совершенствования системы защиты информации.

Для процессов обеспечения ИБ и управления ИБ необходим разный уровень детализации информации о событиях ИБ. Для обеспечения ИБ и задач технической поддержки необходима максимально детальная информация, поступающая непосредственно с источников событий ИБ. Для управления ИБ необходима предварительно отфильтрованная, нормализованная и скоррелированная информация для создания отчетов и принятия решений.

Источниками событий ИБ могут являться конечные средства защиты рабочих станций, журналы аудита операционных систем, прикладного программного обеспечения, журналы сетевого оборудования и т. д. Для реализации процесса управления событиями необходимы следующие элементы СЗИ: системы централизованного сбора событий (Log Management (LM)) и системы управления событиями информационной безопасности (Security Information and Event Management (SIEM)).

Системы централизованного сбора событий автоматизируют управление жизненным циклом журналов событий: сбор, фильтрацию, хранение и передачу на более высокий уровень. Наиболее популярными протоколами передачи информации от источников событий являются: syslog, SNMP, проприетарные протоколы конкретных производителей. Системы данного класса покрывают потребности отдельных сегментов.

Системы управления событиями информационной безопасности агрегируют, сопоставляют и анализируют информацию о событиях ИБ, поступающих как с конечных источников, так и с систем централизованного сбора событий. Системы данного класса могут использоваться как в отдельных крупных сегментах, так и агрегировать информацию нескольких сегментов.

На рисунке изображен пример архитектуры СЗИ. В этом примере ИС организации разбита на 3 сегмента: сегмент ИС персональных данных, сегмент ИС общего пользования, сегмент автоматизированной системы управления технологическими процессами. В каждом сегменте имеется СОИБ и СУИБ, иерархически интегрированные в общую СЗИ.

Таким образом, принцип сегментирования ИС и принцип управления событиями ИБ целесообразно учитывать при построении архитектуры СЗИ.

Библиографические ссылки

1. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования [Электронный ресурс] : Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001–2006 (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. № 375-ст). URL: <http://base.garant.ru/5917592/> (дата обращения: 01.04.2015).

2. Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации. Общие положения : Стандарт Банка России (СТО БР ИББС-1.0–2010) [Электронный ресурс]. URL: http://www.cbr.ru/credit/gubzi_docs/st-10-10.pdf (дата обращения: 01.04.2015).

3. Приказ ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. № 17 – ФСТЭК России [Электронный ресурс]. URL: <http://fstec.ru/component/attachments/download/566> (дата обращения: 01.04.2015).

4. Приказ ФСТЭК России от 18 февраля 2013 г. № 21 – ФСТЭК России [Электронный ресурс]. URL: <http://fstec.ru/component/attachments/download/561> (дата обращения: 01.04.2015).

© Волошин Б. В., 2015

УДК 004.056.53

**О ФОРМИРОВАНИИ ЭТАЛОННОГО ВЕКТОРА БИОМЕТРИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ
ПО ДИНАМИКЕ НАЖАТИЯ КЛАВИШ**

Я. А. Голеусов
Научный руководитель – В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: alphadroid@ya.ru

Описан основной функционал разрабатываемой технологии многофакторной биометрической аутентификации по динамике нажатия клавиш. Определены основные принципы формирования эталонного вектора биометрических характеристик. Обоснована взаимосвязь между точностью эталонного вектора и эффективностью всей разрабатываемой технологии, в целом.

Ключевые слова: биометрическая аутентификация, динамика нажатия клавиш, эталонный вектор биометрических характеристик

**GENERALIZATION OF BIOMETRIC CHARACTERISTICS MASTER VECTOR
IN USERS AUTHENTICATION USING KEYSTROKE DYNAMICS**

Y. A. Goleusov
Scientific supervisor – V. G. Zhukov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: alphadroid@ya.ru

The main functionality of developed multi-biometric authentication technology using the keystroke dynamics is described in article. The basic principles of generalization of the biometric characteristics master vector are defined. The correlation between the validity of master vector and the efficiency of the whole developed technology is proved.

Keywords: biometric authentication, keystroke dynamics, master biometric characteristics vector.

В рамках проводимых исследований, опубликованных, в частности в [1; 2], поставлена цель: разработать эффективную технологию многофакторной биометрической аутентификации (ТМБА) по динамике нажатия клавиш (ДНКл) при вводе парольной фразы. Эффективность, в данном случае, оценивается через компромиссную вероятность следующих событий:

- 1) корректного распознавания злоумышленника;
- 2) корректного распознавания легитимного пользователя.

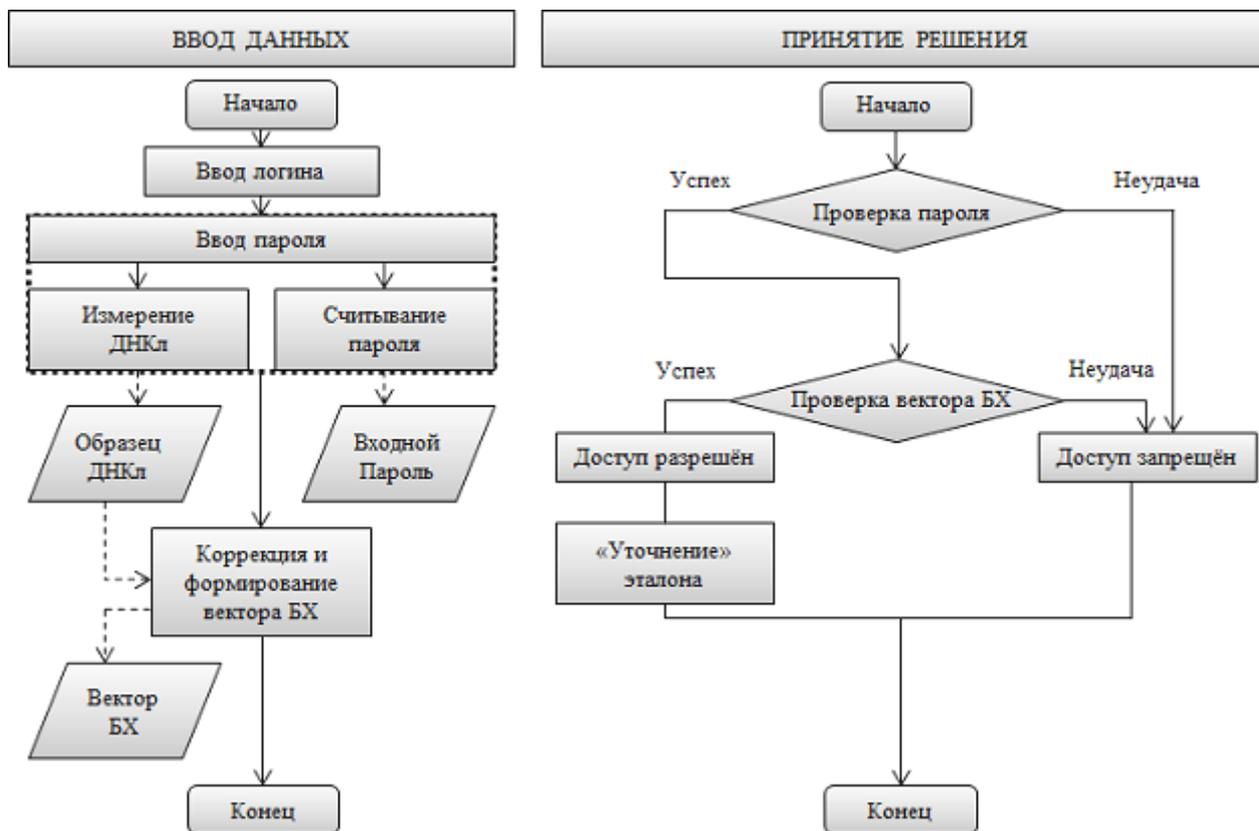
Не лишним будет уточнить, что вероятность распознавания легитимного пользователя в биометрической системе (аутентификации или идентификации) может быть очень близкой, но никогда не равной 1.

Используя модифицированные существующие и новые разработанные методы анализа [1] уже можно достичь эффективности более 0,9, согласно последним результатам исследований [2]. Кроме того, система биометрической аутентификации на основе уже имеющихся разработок делает практически невозможным подбор пароля методом «грубой силы» или подбор по словарю, так как злоумышленнику придётся перебирать не только тысячи вариантов пароля, но также и тысячи вариантов способа ввода этих паролей.

На рисунке представлена упрощённая блок-схема основного функционала ТМБА.

В процессе ввода данных пользователь, как и при обычной парольной авторизации, вводит свой логин и пароль, однако во время ввода пароля также происходит измерение ДНКл и формируется

образец ДНКл. Далее, образец подвергается коррекции влияния различных так называемых факторов воздействия на эффективность ТМБА (ранее, в [1] и [2] использовался термин «внешние факторы», который, как было установлено в ходе исследования, обозначает только подмножество факторов воздействия). После происходит выделение из входного образца биометрических характеристик (БХ) и формирование вектора БХ [1; 2]. Процесс регистрации (и формирования эталона) практически не отличается от обычного процесса ввода данных, за исключением того, что для формирования эталонного вектора БХ (далее – эталона) пользователю необходимо повторить итерацию ввода пароля 27 раз (эмпирически полученное минимально-необходимое для регистрации количество образцов ДНКл).



Упрощённая блок-схема основного функционала ТМБА

В процессе принятия решения изначально происходит проверка введённого пароля (сравнение с имеющимся в базе данных паролем). Далее, в случае успеха, происходит проверка предъявленного вектора БХ (математическое сравнение предъявленного вектора с эталоном). После успешного сравнения, предъявляемый вектор БХ используется для «уточнения» эталона. Под «уточнением» в данном случае понимается процесс формирования нового эталона, учитывающего влияние предъявленного вектора БХ.

Учитывая тот факт, что алгоритм математического сравнения в значительной степени зависит от структуры эталона, то логично предположить, что и за сравнение, и за формирование эталона должен отвечать один и тот же метод – метод анализа и принятия решения (далее – МАПР), который является основным вычислительным «ядром» разрабатываемой ТМБА.

Один и тот же МАПР может оперировать различными, по структуре, векторами БХ. Соответственно, один и тот же метод может формировать различные по структуре эталоны. Несколько реализаций одного МАПР, которые оперируют разными векторами БХ, называются вариациями МАПР. Количество вариаций метода всецело зависит от «гибкости» математического аппарата, используемого в МАПР. В качестве примера, можно упомянуть вероятностный метод анализа и принятия решения, упоминаемый в [1], который имеет 8 различных вариаций. Причём в рамках исследований доказано, что разные вариации дают, в итоге, разную эффективность. К примеру, разница между некоторыми вариациями вероятностного метода достигает почти 0,1.

Однако структура эталона зависит не только от вариации МАПР. Ведь вариации строятся исходя из имеющегося полного набора БХ. И, что довольно логично, полный набор БХ может изменяться: в него могут быть добавлены новые характеристики или исключены старые. Причём исключение из набора происходит только эмпирическим методом, а добавление, в основном, на основе выдвинутых гипотез или после обнаружения новых сведений. Исходя из этого, можно установить, что в дальнейшем могут появиться дополнительные вариации существующих МАПР, которые могут обладать большей эффективностью.

Стоит отметить, что степень близости эталона к истинному значению (так называемая точность эталона) во много зависит не только от набора БХ, но и от их качества. Под «качеством» в данном случае понимается степень коррекции влияния обнаруженных факторов воздействия, о которых упоминалось выше. Ясно, что все входные данные подвергаются определённому влиянию некоторых факторов, вроде ошибок ввода [2], которые могут настолько сильно исказить входной образец, что он станет полностью непригодным для авторизации или регистрации. Логично предположить, что в случае отсутствия коррекции, возможны ситуации, когда эталон нельзя будет сформировать из имеющихся данных или, даже если получится сформировать эталон, его будет невозможно использовать для сравнения, что было доказано в проведённых исследованиях.

Исходя из всего вышеизложенного, можно заключить, что формирование и использование эталона для сравнения – это комплексный неделимый процесс, от эффективности реализации которого зависит эффективность всей ТМБА. Даже основное влияние факторов воздействия отражается именно на эталоне. В некоторых случаях это влияние оказывается напрямую, а в некоторых – через предъ-являемые (при регистрации и авторизации) образцы ДНКл. Фактически именно от того, насколько точно сформирован эталон, полностью зависит эффективность всей разрабатываемой технологии. Можно даже заявить, что «точность» формирования эталона эквивалентна эффективности всей ТМБА, а значит, может ей оцениваться. Именно на достижение максимальной эффективности процесса формирования эталона направлены основные исследования.

Библиографические ссылки

1. Голеусов Я. А. Оценка эффективности методов анализа динамики нажатия клавиш при вводе пользователем парольной фразы // Решетневские чтения : материалы XVII Междунар. науч. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракет.-космич. систем академика М. Ф. Решетнева / под общ. ред. д.ф.-м.н. Ю. Ю. Логинова ; Сиб гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. С. 279–280.
2. Голеусов Я. А. О некоторых проблемах эксплуатации биометрических систем аутентификации // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности : сб. ст. I Всерос. науч.-техн. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. Ростов-н/Д : Изд-во Южного федер. ун-та, 2015. С. 197–200.

© Голеусов Я. А., 2015

УДК 004.056

О МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕТАДААННЫМИ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Д. В. Калачев

Научный руководитель – М. Н. Жукова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: kala4evdv@gmail.com, mariem@inbox.ru

Рассматривается вопрос разработки модели системы управления метаданными инцидентов информационной безопасности с целью организации взаимодействия между владельцами информационных ресурсов и организациями, осуществляющими деятельность в области реагирования на инциденты информационной безопасности.

Ключевые слова: инцидент информационной безопасности, обнаружение, реагирование, расследование, метаданные.

ABOUT INFORMATION SECURITY INCIDENTS METADATA MANAGEMENT SYSTEM MODEL

D. V. Kalachev

Scientific supervisor – M. N. Zhukova

Reshetnev Siberian State Aerospace University

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: kala4evdv@gmail.com, mariem@inbox.ru

Consider the question of development information security incidents metadata management system model with a view to organize interaction between the owners of information resources and organizations engaged in information security incidents response.

Keywords: information security incident, detection, response, investigation, metadata.

На данный момент в Российской Федерации существует несколько организаций, подразделения которых, так или иначе, ведут деятельность в области обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак и вызванных ими инцидентов информационной безопасности (ИБ). Одними из таких организаций являются: Федеральная служба безопасности Российской Федерации (ФСБ России) [1], Федеральная служба по техническому и экспортному контролю Российской Федерации (ФСТЭК России) [2], Group-IB [3].

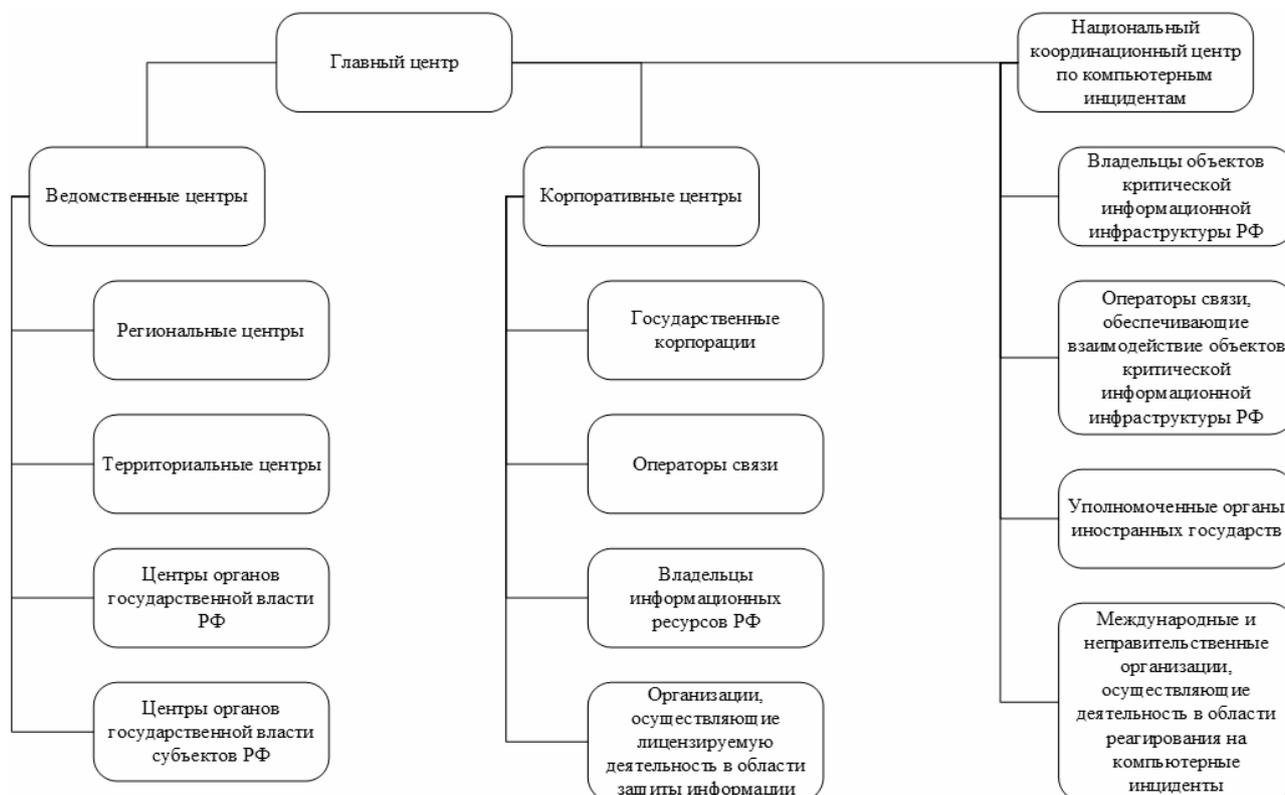
В ближайшее время создание подобного подразделения, которое будет заниматься сбором информации об инцидентах информационной безопасности банков, анализом полученных сведений и формированием рекомендаций по минимизации последствий и/или недопущению возникновения подобных инцидентов в будущем, планируется Центральным банком Российской Федерации [4].

Все подобные организации в настоящее время функционируют в полной или частичной изоляции друг от друга. Практически отсутствует взаимодействие с непосредственными владельцами информационных ресурсов и иными заинтересованными организациями на национальном и международном уровне в области обнаружения компьютерных атак и установления их источников, включая обмен информацией о выявленных компьютерных атаках и вызванных ими инцидентах. Не отлажен обмен опытом в сфере выявления и устранения уязвимостей программного обеспечения и оборудования, а также реагирования на инциденты информационной безопасности, с международными и неправительственными организациями, осуществляющими деятельность в области реагирования на инциденты ИБ.

В то время как отлаженное взаимодействие данных организаций могло бы существенно повысить эффективность обнаружения компьютерных атак, выявления и устранения уязвимостей про-

граммного обеспечения и оборудования, расследования вызванных ими инцидентов и скорость реагирования на них.

На данный момент Президентом Российской Федерации утверждена «Концепция государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации» [5]. Организационно-технической основой данной концепции являются создаваемые в рамках [1] и [5] центры обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак, организованные по ведомственному и территориальному принципам. Структурная схема взаимодействия данных центров приведена на рисунке.



Структурная схема взаимодействия центров системы

В рамках научно-исследовательской работы будет предложен механизм и формат обмена метаданными об инцидентах информационной безопасности между создаваемыми центрами государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации, а также формат обратной связи с непосредственными владельцами информационных ресурсов и иными заинтересованными организациями на национальном и международном уровне в области обнаружения компьютерных атак и установления их источников, включая обмен информацией о выявленных компьютерных атаках и вызванных ими инцидентах.

Разрабатываемый формат должен характеризоваться, но не ограничиваться наличием следующих полей:

- уникальный идентификатор инцидента;
- канал атаки;
- вид (тип) атаки;
- уязвимость;
- субъект атаки;
- объекты информационной инфраструктуры, затронутые инцидентом;
- последствия от воздействия инцидента и степень их тяжести;
- описание инцидента, техническая информация, способствующая расследованию инцидента, минимизации его последствий и/или недопущению возникновения подобных инцидентов в будущем;
- информация об инцидентах, угрозах, уязвимостях, атаках предшествующих и/или повлекших возникновение данного инцидента;

– время, прошедшее между непосредственной реализацией угрозы, повлекшей возникновение инцидента и его обнаружением, если установление подобной информации возможно;

– отрасль и размер затрагиваемой организации.

Таким образом, формирование единого формата обмена метаданными об инцидентах ИБ, модели обмена этими данными и формата обратной связи с заинтересованными организациями и владельцами информационных ресурсов, в целом, будет способствовать повышению эффективности обнаружения, реагирования и расследования поступающих инцидентов.

Библиографические ссылки

1. О создании государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 15.01.2013 № 31с, выписка [Электронный ресурс] : офиц. интернет-портал правовой информ. URL: http://www.pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=0&nd=102162702&intelsearch=&firstDoc=1&lastDoc=1 (дата обращения: 22.04.2015).

2. Вопросы Федеральной службы по техническому и экспортному контролю: указ Президента Российской Федерации от 16.08.2004 № 1085, выписка [Электронный ресурс] : офиц. интернет-портал правовой информ. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102088330> (дата обращения: 22.04.2015).

3. Информация о CERT-GIB [Электронный ресурс] : CERT-GIB – центр круглосуточного реагирования на инциденты информационной безопасности, созданный на базе компании Group-IB, офиц. сайт. URL: http://www.cert-gib.ru/about_cert.php (дата обращения: 22.04.2015).

4. ЦБ создаст центр реагирования на инциденты в сфере информбезопасности банков [Электронный ресурс] : Ассоциация рос. банков : офиц. сайт. URL: http://arb.ru/b2b/news/tsb_sozdast_tsentr_reagirovaniya_na_intsidenty_v_sfere_informbezopasnosti_bankov-9892459/ (дата обращения: 22.04.2015).

5. Концепция государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации : утв. Президентом РФ 12.12.2014 № К 1274, выписка [Электронный ресурс] : федер. служба безопасности Российской Федерации, официальный сайт. URL: http://www.fsb.ru/files/PDF/Vipiska_iz_koncepcii.pdf (дата обращения: 22.04.2015).

© Калачев Д. В., 2015

УДК 004.056.5

БЕСПРОВОДНОЙ КАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ, И ЕЕ ЗАЩИТА

Р. В. Карцан

Научный руководитель – И. Н. Карцан

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kartsan-ruslan@mail.ru

Предлагается модели угроз и методы борьбы для гарантированной передачи информации по беспроводным каналам связи. В частности, разработан модуль для передающего тракта с генератором шума, контролирующей работоспособность системы в целом, и каждого модуля по отдельности.

Ключевые слова: информация, беспроводные способы передачи, защищенность канала, типы угроз, система контроля.

WIRELESS INFORMATION CHANNEL AND ITS PROTECTION

R. V. Kartsan

Scientific supervisor – I. N. Kartsan

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kartsan-ruslan@mail.ru

The proposed model and methods to combat threats to guarantee the transmission of information over wireless communication channels. In particular, the module is designed for the transmission path to a noise generator, which controls operation of the whole system, and each module individually.

Keywords: Information, wireless transmission methods, existing types of threats, monitoring system.

С техническим прогрессом меняется и сама информация. Сейчас простая передача информации от источника до получателя может не являться физической передачей бумажного носителя. Информацию спокойно можно передать в любом виде двумя кликами мыши, и эта информация дойдет за пару мгновений по беспроводному каналу. Но, несмотря на это, количество злоумышленников, пытающихся украсть информацию, со временем не уменьшилось, скорее наоборот, количество киберпреступлений неуклонно растет, с 2013 года Россия входит в первую десятку стран по их количеству [1].

По своей природе беспроводные сети не могут обеспечивать высокую доступность. Различные природные, техногенные и антропогенные факторы могут эффективно нарушать нормальное функционирование радиоканала. Этот факт должен учитываться при проектировании сети, и БС не должны использоваться для организации каналов при высоких требованиях к доступности [2].

В области цифровых сетей в настоящее время не существует детальной модели угроз и методов борьбы с ними. В таблице представлена общая информация об основных типах угроз и средствах их нейтрализации, как на сигнальном, так и на информационном уровне соответственно [3].

Необходимо выделить, что максимальный уровень защищенности канала на сигнальном уровне не гарантирует высокую информационную защищенность всей системы.

Однако существуют и способы противодействия им и повышения защищенности систем от подобных видов угроз. Но, несмотря на то, что есть способы защиты, они не характеризуются совершенством в плане качества защиты и стоимости, в результате чего можно заключить вывод, что данная область по созданию контрмер еще не полностью сформировалась и существует множество не созданных решений.

**Типы и источники угроз в беспроводных сетях на сигнальном
и информационном уровне**

Угроза	Условия реализации угрозы	Уязвимый элемент системы	Способы защиты
Угрозы естественного происхождения			
Электромагнитное излучение	Плохое экранирование приемной аппаратуры, побочные полосы	Приемник	Адаптивное управление параметрами приемного и передающего трактов
Интерференция	Наличие отражающих поверхностей, низкое расположение антенн	Приемник, передатчик	Выбор оптимального расположения антенны передатчика
Механические перемещения	Наличие незакрепленных деталей	Антенны	Уменьшение вибрации, выбор оптимального расположения антенн
Угрозы, возникающие в результате деятельности человека			
Аппаратные и программные ошибки при разработке	Неполное тестирование аппаратуры	Система в целом	Проведение комплексной пред эксплуатационные проверки
Ошибки протокола обмена	Наличие пересечений в сигнальных и логических областях команд и директив	Система управления	Фильтрация сигналов и директив управления на информационном уровне
Нарушения регламента связи	Неполная реализация протокола	Система управления	Дополнение регламентированных сигналов и директив управления
Ошибки при передаче и приеме сигнала	Работа в условиях помех	Приемная и передающая системы	Повышение уровня фильтрации
Перехват сигнала в основном канале	Наличие аппаратуры на прием	Канал передачи	Изменение каналов в ходе сеанса связи
Перехват сигнала в побочных каналах	Низкая фильтрация сигналов основного канала	Цепи питания и заземления	Установка фильтров в дополнительных цепях
Перехват сигналов до и после шифрования	Наличие в каналах незашифрованной и расшифрованной информации	Приемные и передающие тракты	Задержка при передаче шифрованного сигнала, повышение уровня фильтрации
Перехват сопровождающих передачу акустических, вибрационных и других сигналов	Доступность приема и передачи	Система в целом	Маскировка побочных сигналов, создание помех для аппаратуры перехвата
Перехват информации			
Выявление канала передачи для перехвата	Наличие в передаваемых данных отличительных признаков, работа на одном канале	Системы шифрования и управления каналами	Исключение отличительных признаков данных, изменение номера канала в течении сеанса связи
Определение формата данных	Использование стандартных форматов без дополнительной коррекции	Системы кодирования и шифрования	Использование оригинальных форматов, проведение коррекции данных
Восстановление пакетов (кадров)	Отсутствие маскировки синхронизации и маркеров доступа	Система управления обменом	Применение адаптивного кодирования
Линейное декодирование	Возможность сбора статистики передачи информации, использование при передаче открытых кодов	Кодер/декодер	Применение мер защиты на сигнальном уровне
Дешифрование декодированных данных	Наличие коррелятов в базе принимаемого (перехваченного) сигнала, компрометация ключей, получение блока нешифрованного сигнала	Система организации обмена данных	Оптимизация регламента обмена по критериям времени работы, смена кодов и ключей последовательности

Угроза	Условия реализации угрозы	Уязвимый элемент системы	Способы защиты
Искажение данных			
Передача ложного сигнала в ходе имитации вызова	Возможность определения протокола обмена	Система приема и управления приемом	Использование специальных маркеров идентификации и аутентификации в каждом кадре (блоке) сеанса связи
Передача ложного сигнала в ходе сеанса связи	Возможность выделения и определения идентификационных преамбул	Система приема и управления приемом	Использование дополнительного канала для передачи служебных маркеров, разнесение во времени передачи контрольных сумм и квитанций
Легальная передача ложной информации	Наличие логического или физического адреса объекта воздействия	Система в целом	Проверка в процессе передачи подлинности адресных ссылок, аутентификация абонентов

Предложен метод «зашумление». Основной костяк решений подразумевает достаточно громоздкие приборы, которые зашумляют только определенные наборы частот и обладают низкой возможностью персонализации. Отсутствует комплексный подход к их созданию, в связи с этим нет и системы мониторинга и обратной связи, нет комплексной системы управления, при этом заявленная стоимость сильно завышена в связи с практически полным отсутствием конкуренции. А также существующие решения не обладают высокой надежностью в связи со сложностью конструкции. Предложена система, обеспечивает контроль работоспособности системы в целом, и каждого модуля по отдельности. Сама система состоит из: «материнского» модуля, который осуществляет управления периферийными модулями, в частности генераторами электромагнитных шумов. Но кроме питания на каждое устройство выделяется специальный проводной канал обратной связи, по которому периферийные устройства будут отправлять информацию о себе. На самом «материнском» блоке реализована световая индикация состояний и ошибок, а также выделенные выключатели, на каждый «порт» «материнского» модуля. Неисправности и ошибки сообщаются оператору через внутреннюю систему сигнализации, описанную выше. Итоговое устройство кроме своего основного функционала, своевременно, а при должной настройке или модификации сможет заранее сообщать о каких либо неисправностях, позволяя специалистам за короткий срок либо устранить, либо предотвратить возможную уязвимость всей системы безопасности.

Использование беспроводных сетей попадает под действие как российских, так и международных нормативных актов. Так, в России использование частотного диапазона 2,4 ГГц регулируется решением государственной комиссии по радиочастотам от 06.12.2004 (№ 04-03-04-003). Кроме того, поскольку в беспроводных сетях интенсивно используется шифрование, а применение криптографических средств защиты в ряде случаев попадает под довольно жесткие законодательные ограничения, необходимо заранее определить категорию информации, с которой предполагается работать по средствам беспроводным каналам связи и те механизмы защиты, которые предполагается использовать для ее защиты.

Библиографические ссылки

1. Корпорация Symantec опубликовала ежегодный отчет об Интернет-угрозах – Internet Security Threat Report (ISTR). Т. 19 [Электронный ресурс] : офиц. сайт. URL: <http://comments.ua/ht/462291-91-uvlichilos-kolichestvo.html> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Гордейчик С. В., Дубровин В. В. Безопасность беспроводных сетей. М. : Горячая Линия – Телеком, 2008. 288 с.
3. Ивашук И. Ю. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Модель и метод построения семейства профилей защиты для беспроводной сети. 2010.

УДК 004.056

О ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ АНАЛИЗЕ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМАХ СО МНОГИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Н. А. Коромыслов
Научный руководитель – В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: koromyslov_nikit@list.ru

Рассматриваются проблемы, возникающие при обнаружении инцидентов информационной безопасности в системах со многими параметрами при помощи алгоритма отрицательного отбора и его модификаций. Предлагается решение в виде предварительного анализа параметров.

Ключевые слова: искусственные иммунные системы, алгоритм отрицательного отбора, защита информации.

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE PARAMETERS TO DETECT INFORMATION SECURITY INCIDENTS IN MULTY-PARAMETER SYSTEMS

N. A. Koromyslov
Scientific supervisor – V. G. Zhukov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: koromyslov_nikit@list.ru

The problems of the detection of information security incidents in multy-parameter systems using negative selection algorithm and its modification is researched. The preliminary analysis of the parameters as solution is offered.

Keywords: artificial immune systems, negative selection algorithm, information security.

Для обеспечения информационной безопасности в системе необходимо своевременное обнаружение и реагирование на инциденты информационной безопасности. Задача обнаружения инцидентов информационной безопасности сводится к задаче классификации: события требуется отнести либо к штатной работе системы, либо к инцидентам информационной безопасности.

Иммунная система человека способна обнаруживать как известные патогены, так и новые, информации о которых у системы не было. В основе этой способности лежит механизм отрицательного отбора, суть которого заключается в том, что создаваемые лимфоциты проверяются на соответствие «своим» клеткам и в случае положительного результата – уничтожаются. Таким образом, остаются только лимфоциты, которые не реагируют на «свои» клетки, только на «чужие». Этот механизм положен в основу алгоритма отрицательного отбора [1]. Критерием похожести в исходном описании алгоритма выступает частичное соответствие, т. е. соответствие n подряд идущих символов в строках. Случайным образом генерируются детекторы, которые проверяются на «схожесть» с контролируемым строками и отбрасываются в случае совпадения со «своей» строкой. В ходе проверки, если строка схожа с детектором, регистрируется инцидент.

Принципы функционирования иммунитета человека уже успешно использовались в задачах классификации, например, в задаче обнаружения «спама» [2].

Для работы со многими параметрами систему необходимо модифицировать [3]. Для успешного обнаружения инцидентов необходимо устранить недостатки, которые «наследуются» от алгоритма отрицательного отбора и которые возникают из-за неоднородности параметров в системах со многими параметрами.

Главным недостатком, «унаследованным» от базового алгоритма отрицательного отбора, является случайность генерации детекторов. Из-за большого количества возможных вариантов, требуется, соответственно, большое число сгенерированных детекторов для обнаружения инцидентов информационной безопасности. Для уменьшения стохастичности результатов, целесообразно все детекторы поделить на две группы:

1. Детекторы, сгенерированные случайным образом, для обнаружения новых, неизвестных угроз.
2. Детекторы, полученные путем модификации известных записей об инцидентах информационной безопасности. Такие записи могут быть известны в системе изначально или быть обнаружены в ходе работы системы. Применение таких детекторов позволит обнаруживать известные угрозы и их вариации.

Также одним из перспективных подходов к решению проблемы большого количества возможных вариантов является применение аппарата нечеткой логики [4] при генерации детекторов и при работе системы обнаружения инцидентов. Аппарат нечеткой логики в системе обнаружения инцидентов, в основу работы которой положен алгоритм отрицательного отбора, предлагается применять для того, чтобы определять степень принадлежности проверяемых данных к инцидентам или информации о штатной работе системы. Оперирование такими параметрами как «близко к x » позволит заменить частичное соответствие для числовых параметров в системах со многими параметрами (например, время соединения, количество переданных пакетов и др.) [3].

Проблема неоднородности параметров заключается не только и не столько в различных границах и формах представления. Эта часть проблемы успешно решается предварительной нормализацией. Большинство многопараметрических систем описывается различными параметрами, и применение в них алгоритма требует предварительного изучения множества параметров [5]. Без предварительного анализа можно обойтись в системах, где параметры относительно схожи по значимости и распределению. Однако, большинство систем со многими параметрами описывается различными параметрами, и применение в них алгоритма требует предварительного изучения множества параметров.

Во-первых, необходимо учитывать дискретные или непрерывные значения принимает параметр (определяется исходя из описания исходных параметров). Это позволит генерировать детекторы с учетом дискретности и непрерывности параметра, что исключит невалидные значения для дискретных параметров и, соответственно, уменьшит количество возможных вариантов детекторов.

Во-вторых, следует определить средние значения параметров и среднеквадратичное отклонение (вычисляется при использовании доступных записей о штатной работе системы). Таким образом, определяются наилучшие пороговые значения при применении аппарата нечеткой логики.

В-третьих, важно определить насколько сильно отличаются значения параметра у «штатных» записей и у инцидентов (в случае, если таковые имеются, вычисляются «дельты» между нормальными и аномальными записями). Это, в свою очередь, позволяет убрать из перечня контролируемых параметров те, которые не влияют или влияют незначительно на определение события как «штатного» или «нештатного».

Необходимость предварительного анализа исходной системы, добавляет дополнительный шаг при применении искусственных иммунных систем. Этот шаг позволяет гибко настроить систему обнаружения инцидентов информационной безопасности под конкретную систему со многими параметрами.

Таким образом, применение модифицированного алгоритма отрицательного отбора, аппарата нечеткой логики и предварительного анализа контролируемых параметров позволит уменьшить требуемые ресурсы для создания системы обнаружения инцидентов информационной безопасности за счет уменьшения стохастичности при генерации детекторов.

Библиографические ссылки

1. Forrest S., Perelson A. S., Allen L., Cherukuri R. Self-nonsel self discrimination in a computer (1994), Proc. of IEEE symposium on Research in Security and Privacy, pp. 202–212.
2. Idris I. Model and Algorithm in Artificial Immune System for Spam Detection (2012), International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAIA), Vol. 3, No. 1, pp. 83–94.
3. Коромыслов Н. А. О применении нечеткого отрицательного отбора для обнаружения инцидентов информационной безопасности в многопараметрических системах // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф. (11–14 ноября 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. Ч. 2 / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. С. 316–318.

4. Жуков В. Г., Жукова М. Н., Коромыслов Н. А. Применение нечетких искусственных иммунных систем в задаче построения адаптивных самообучающихся средств защиты информации // Вестник СибГАУ. 2012. № 1 (41). С. 18–23.

5. Коромыслов Н. А. Об обнаружении инцидентов информационной безопасности в системах со многими параметрами модифицированным алгоритмом отрицательного отбора // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности : сб. ст. I Всерос. науч.-техн. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов ; Южный федер. ун-т, 2015. С. 205–208.

© Коромыслов Н. А., 2015

УДК 629.7.017.1

МЕТОДЫ АНАЛИЗА НАДЁЖНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А. Г. Пятков

Научный руководитель – В. В. Золотарёв

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: AnthonyWolfhound@gmail.com

Рассматриваются различные методы анализа надёжности, которые применяются для анализа надёжности технических систем. Проведено общее сравнение представленных в стандарте ГОСТ Р 51901.5–2005 методов анализа надёжности для технических систем с логико-вероятностным методом анализа надёжности.

Ключевые слова: методы анализа надёжности, метод деревьев отказов, Марковский метод, логико-вероятностный метод.

METHODS OF SPACE VEHICLES RELIABILITY ANALYSIS

A. G. Piatkov

Scientific supervisor – V. V. Zolotarev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: AnthonyWolfhound@gmail.com

Methods of reliability analysis that might be used for reliability analysis of technical system are considered. There is a common comparison of GOST R 51901.5–2005 reliability analysis methods with a logical-and-probabilistic method.

Keywords: methods of reliability analysis, Fault Tree Analysis, Markovian method, logical-and-probabilistic method.

Развитие космической отрасли является одной из перспективных задач Российского государства, о чем свидетельствует Федеральная космическая программа России до 2030 года. В этой Федеральной программе изложены государственные интересы, принципы, главные цели, приоритеты и задачи государственной политики Российской Федерации в области исследования, освоения и использования космического пространства, включая международное сотрудничество в данной сфере [1]. Значительное внимание при создании ракетно-космических систем уделяется их надёжности, однако это не позволяет избежать отказов космической техники. Результатом отказа космической техники являются нарушение графика и плана функционирования, экономические потери, а в крайнем случае – провал всей миссии космического аппарата. Иными словами, оценка и повышение надёжности является актуальным направлением. С другой стороны, усложнение техники, возрастание сложности решаемых задач и особые условия эксплуатации космической техники усложняют задачу анализа надёжности этой техники.

Теория надёжности как самостоятельная область знаний получает распространение в 1940–1950-х годах в таких областях, как авиация, военная и ядерная индустрия. Исследования в области надёжности сложных технических систем относятся к началу 60-х годов. В частности, в США теория надёжности сложных систем стала существенно развиваться после ряда катастроф с космическими объектами. После этого NASA приступило к выполнению ряда научно-исследовательских работ по определению надёжности существующих элементов, проектированию новых элементов с заданными параметрами надёжности, исследованию надёжности системы и её элементов при случайных динамических нагрузках. В 1962 г. компанией Bell Labs впервые был разработан и использован метод анализа дерева отказов (Fault Tree Analysis, FTA) для Военно-воздушных сил США. Метод FTA при-

менялся для оценки надёжности системы Launch Control межконтинентальной баллистической ракеты Minuteman I. FTA получил широкое освещение в 1965 на симпозиуме по системам безопасности в Сиэтле и поддержку Boeing. С 1970 года в США FTA стал применяться в авиационной области, с 1975 в атомной энергетике. После аварии на АЭС 28 марта 1979 (Three Mile Island accident) задача анализа надёжности АЭС стала очевидной необходимостью. На сегодняшний день метод FTA получил широкое распространение для анализа причин отказов статичных систем. FTA позволяет включать события изнашивания аппаратных средств, материала, неисправности или сочетания детерминированных вкладов в событие. Однако методов анализа надёжности значительно больше.

Для прогнозирования, исследования и улучшения надёжности, работоспособности и ремонтнопригодности систем в 2003 был опубликован международный стандарт по управлению надёжностью МЭК 60300-3-1:2003. В России в 2005 году вступил в силу модифицированная версия этого стандарта, ГОСТ Р 51901.5–2005. В стандарте описана методология анализа надёжности и содержится необходимая информация для выбора подходящего метода. Однако стоит заметить, что в стандарт не вошел логико-вероятностный и общий логико-вероятностный метод анализа надёжности (ЛВМ), использование которого для структурно сложных систем является перспективным направлением [2]. Для анализа технических систем подходят не все описанные в ГОСТ Р 51901.5–2005 методы. Результаты сравнения подходящих для анализа надёжности технических систем методов [3] с точки зрения возможности распределения по требованиям (целям) надёжности, по результатам качественного и количественного анализа приведены в табл. 1. Результаты сравнения этих методов с точки зрения их недостатков представлены в табл. 2.

Таблица 1

Сравнение ряда методов анализа надёжности ГОСТ Р 51901.5-2005 и ЛВМ

Метод анализа надёжности	Распределение требований надёжности	Качественный анализ	Количественный анализ
Анализ дерева неисправностей (FTA)	Возможно, если есть зависимость от времени или последовательности событий	Анализ комбинации неисправностей	Вычисление показателей безотказности работоспособности и относительного вклада подсистем
Анализ дерева событий (ETA)	Возможно, если можно представить последовательности событий для отказа системы	Анализ последовательности отказов	Вычисление интенсивностей отказов системы
Анализ структурной схемы надёжности	Возможно, если можно выделить независимые блоки	Анализ путей работоспособности	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надёжности системы
Марковский анализ	Применимо	Анализ последовательности отказов	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надёжности системы
Анализ сети Петри	Применимо	Анализ последовательности отказов	Подготовка описания системы для Марковского анализа
Логико-вероятностный метод (ЛВМ)	Применимо	Анализ последовательности отказов и путей работоспособности	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надёжности системы

Таблица 2

Сравнение недостатков ряда методов ГОСТ Р 51901.5-2005 и ЛВМ

Методы FTA и ETA	Анализ структурной схемы надёжности	Марковский анализ	ЛВМ
Не предполагает состояние частичного отказа элементов	Не предполагает состояние частичного отказа элементов	Переходы состояний являются статистически независимыми событиями	Малая статистика применения
Ограничен выявлением элементов системы и событий, приводящих к конкретному отказу системы или аварии	Отдельная структурная схема надёжности для каждого определения состояния успеха/отказа системы	Экспоненциальный рост количества состояний системы, переходов и трудоёмкости расчёта параметров с ростом количества элементов	Требует глубокого понимания структуры, принципов функционирования, отказов

Методы FTA и ETA	Анализ структурной схемы надежности	Марковский анализ	ЛВМ
Не позволяет учесть сложные стратегии технического обслуживания, множественных отказов	Не учитывает порядок появления событий. Отказы блоков не влияют на вероятность отказа других блоков	Требует глубокого понимания каждого отдельного отказа	
Требует глубокого понимания каждого отдельного отказа	Не позволяет учесть сложные стратегии технического обслуживания		

Можно заметить, что логико-вероятностный метод в сравнении с другими методами не уступает, а по общему числу параметров даже превосходит другие методы. Таким образом, логико-вероятностный метод является одним из перспективных методов для анализа надёжности космических аппаратов.

Библиографические ссылки

1. Космические программы [Электронный ресурс] : офиц. интернет-портал Федер. космич. агентства. URL: <http://www.federalspace.ru/115/> (дата обращения: 12.04.2015).
2. Мушовец К. В., Золотарев В. В. Логико-вероятностный анализ надежности функций сбора и доставки телеметрии до земной станции спутниковой системы связи // Проблемы анализа риска. Т. 10, № 1. 2013. С. 50–57.
3. ГОСТ Р 51901.5–2005. Руководство по применению методов анализа надежности [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_STR_8533 (дата обращения: 12.04.2015).

© Пятков А. Г., 2015

УДК 004.056

О ПРИМЕНЕНИИ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

Т. А. Саламатова
Научный руководитель – В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: zhukov.sibsau@gmail.com, Shiracom@mail.ru

В последнее время для обнаружения вторжений и предотвращения несанкционированного доступа к данным научные исследования многих научных школ и отдельных авторов были сосредоточены на поиске новых подходов. Представлен краткий обзор совместного применения алгоритмов искусственных иммунных систем с эволюционными или коэволюционными алгоритмами для обнаружения вторжений.

Ключевые слова: искусственные иммунные системы, эволюционные алгоритмы, коэволюционные алгоритмы, системы обнаружения вторжений.

THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS IN INTRUSION DETECTION SYSTEMS

T. A. Salamatova
Scientific supervisor – V. G. Zhukov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: zhukov.sibsau@gmail.com, Shiracom@mail.ru

Recently, scientific research of many scientific schools and individual authors have been focused on finding new approaches for detecting intrusions and preventing unauthorized access to data.. This article is devoted to a brief review of the using a combination of algorithms of artificial immune systems, evolutionary or co-evolutionary algorithms for detecting intrusions.

Keywords: artificial immune systems, evolutionary algorithms, coevolutionary algorithms, intrusion detection systems.

В настоящее время возрастает тенденция применения, для решения задач обнаружения вторжений (атак), алгоритмов искусственного интеллекта, например, таких как: эволюционные алгоритмы, искусственные иммунные системы (ИИС), коэволюционные подходы и другие биологически инспирированные подходы, что связано, в первую очередь, с различными аспектами динамики развития и исследования алгоритмов искусственного интеллекта.

Эволюционные алгоритмы представляют собой направление в искусственном интеллекте, в основе которого лежат принципы и понятийный аппарат, заимствованные из эволюционной биологии и популяционной генетики. Данные алгоритмы широко известны и, в частности, применяются индивидуально для обнаружения вторжений. При всех своих достоинствах, эволюционные алгоритмы применяются в основном в качестве статистического метода анализа собранных данных, так, например, авторы работ [1; 2] предлагают использовать генетический алгоритм (ГА) для сетевых систем обнаружения вторжений (СОВ) в целях создания классификационных правил, позволяющих обнаружить anomalous поведения системы (алгоритм GAIDS). Исследование эффективности работы алгоритма [1] происходило на данных, собранных Калифорнийским университетом в общедоступной базе образцов сетевого трафика KDD Cup1999 [3] (KDD'99). При тестировании алгоритм GAIDS показал следующие результаты: уровень выявления атак (Detection Rate, DR) составил 99,87 %, а уровень пропуска атак (False Acceptance Rate, FAR) – 0,003 %.

Концепция коэволюции впервые была предложена в 1960-х годах для описания феномена совместной эволюции биологических видов, взаимодействующих в экосистеме. Основная идея коэволюционного алгоритма состоит в следующем: одновременно эволюционируют несколько популяций, каждая из которых обладает своей стратегией поиска (моделирования). При этом популяции борются за общий вычислительный ресурс, который в течение работы алгоритма перераспределяется в пользу более эффективной из них. Как показывает практика [4], обычно коэволюционный алгоритм применяется в совокупности с другими алгоритмами для конкретной области его функционирования.

Биологическим прототипом ИИС является иммунная система живого организма. ИИС представляет собой сложную адаптивную структуру, которая отражает некоторые аспекты функционирования иммунной системы в процессе защиты организма от внешних микроорганизмов (антигенов) с помощью защитных клеток иммунной системы (детекторов). В настоящее время в сфере ИБ используются следующие вычислительные модели иммунных систем: алгоритмы клональной селекции, отрицательного отбора. В работе [5] указывается большое число исследований по применению указанных вычислительных моделей для обнаружения атак (алгоритмы CSA, CLONALG, MILA, DADAI и др.). Однако, несмотря на их количество, каждый из рассмотренных алгоритмов характеризуется наличием ошибок первого (ложные срабатывания) и (или) второго рода (пропуск атаки).

Тем не менее, за время развития подходов обнаружения вторжений, различные сочетания алгоритмов искусственной иммунной системы (ИИС) с другими алгоритмами искусственного интеллекта так и не были широко исследованы. За последние несколько лет выделяется небольшой ряд научно-исследовательских работ, посвященных совместному (коллективному) применению вышеперечисленных биоинспирированных алгоритмов, так например, в работах [6; 7] авторами представлен алгоритм обнаружения и классификации атак на основе комбинации алгоритма отрицательного отбора ИИС, ГА и коэволюционного алгоритма. Особенностью алгоритма [6; 7] является использование детекторов переменной длины (V-detectors). Для обучения и тестирования алгоритма [6] использовались данные базы KDD'99. Тип представления данных – вектора данных. Для оценки эффективности работы алгоритма [6] рассматривалось сравнение с двумя статистическими подходами: окно Парзена (Parzen-window) и метод опорных векторов (one-class support vector machine) (см. таблицу). В ходе тестирования алгоритма [6] авторами было доказано, что коэволюционный алгоритм позволяет улучшить «качество» генерируемых детекторов, тем самым повышая эффективность обнаружения представленных шаблонов атак.

Усредненные результаты сравнения работы алгоритма [6]

Характеристики	Parzen-window, %	One-class support vector machine, %	V-detectors, %
Средний уровень выявления атак (DR)	99,93	99,82	99,99
Средний уровень пропуска атак (FAR)	0,02	1,97	0

В работе [8] для обнаружения и классификации сетевых вторжений используется синтез ИИС и коэволюционного генетического алгоритма. Алгоритм клональной селекции ИИС в работе [8] применяется для выработки детекторов (сигнатур), а коэволюционный ГА отбирает впоследствии лучшие экземпляры в итоговую базу данных. Функция аффинности представлена в виде метрики «процент согласования». Особенностью данного алгоритма является его масштабируемость: осуществляется поддержка обработки больших объемов данных. Работа алгоритма исследована на платформе, использующей распределённые вычисления (Jini Grid platform). Результаты работы алгоритма сравнивались с результатами работы COB Snort, которые были получены при тестировании на данных базы KDD'99. Для приведения данных базы KDD'99 к унифицированному виду использовалось преобразование в двоичный вид. По результатам исследований, среднее количество детекторов (сигнатур), необходимых для обнаружения атаки, для авторского алгоритма составило 15,0, а для Snort – 22,8. Показатель DR в среднем для алгоритма авторов [8] составил 89,25 %, а для COB Snort – 60,5 %.

В работе [9] авторы используют синтез алгоритма отрицательного отбора ИИС и ГА для обнаружения аномалий в локальной вычислительной сети. Функция пригодности ГА – Евклидово расстояние и расстояние Минковского (параметр $p = 0,5$). Для обучения и тестирования алгоритма использовались данные базы NSL-KDD Data Set 2009 [10] (NSL-KDD'09), которая является дополни-

ем базы KDD'99. Для приведения данных базы NSL-KDD'09 к унифицированному виду использовалось преобразование в двоичный вид. В среднем показатель DR с использованием расстояния Минковского составил 90,21 %, с расстоянием Евклида – 89,7 %.

Обзор выполнен как подготовительный этап разработки эвристического алгоритма обнаружения вторжений, построенного на принципах совместного применения ИИС с другими биоинспирированными алгоритмами для повышения эффективности решения задач обнаружения вторжений (атак).

Библиографические ссылки

1. Abdullah B., Abd-algafar I. et al, Performance evaluation of a genetic algorithm based approach to network intrusion detection system, in proceedings of 13th International conference on aerospace sciences and aviation technology (ASAT-13), Military technical college, Cairo, Egypt, 2009.
2. Ojugo A. A., Eboka A. O. et al, Genetic algorithm rule-based intrusion detection system (GAIDS), Journal of emerging trends in computing and information sciences. 2012. Vol. 3, no. 8, pp. 1182–1194.
3. KDD cup 99 Intrusion detection data set [Электронный ресурс]. URL: <http://kdd.ics.uci.edu/> (дата обращения: 10.03.2015).
4. Dasgupta D., Yu S. et al, Recent advances in artificial immune systems: models and applications. Applied soft computing. 2011. Vol. 11, pp. 1574–1587.
5. Yang H., Li T. et al, A survey of artificial immune system based intrusion detection. Hindawi Publishing Corporation: scientific world journal. 2014, p. 1–11.
6. Stibor T., Timmis J. et al, A comparative study of real-valued negative selection to statistical anomaly detection techniques. Proceedings of the 4th international conference on artificial immune systems. 2005.
7. Ostaszewski M., Seredynski F. et al, Coevolutionary-based mechanisms for network anomaly detection. Journal of Mathematical Modelling and Algorithms. 2007. Vol. 6, pp. 411–431.
8. Ahmadi M. A., Maleki D., A Co-evolutionary immune system framework in a grid environment for enterprise network security [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fisiocomp.ufjf.br/hpclife/papers/paper3.pdf> (дата обращения: 01.03.2015).
9. Aziz A. S. A., Salama M. A. et al, Genetic algorithm with different feature selection techniques for anomaly detectors generation. Proceedings of the 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems. 2013. pp. 769–774.
10. NSL-KDD Intrusion Detection data set [Электронный ресурс]. URL: <http://iscx.ca/NSL-KDD/> (дата обращения: 12.03.2015).

© Саламатова Т. А., 2015

УДК 004.056

**ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ АДАПТАЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
КОРРЕКТИРУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СИСТЕМАХ ПРЕЦЕДЕНТНОГО АНАЛИЗА
ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

М. М. Соколов
Научный руководитель – В. Г. Жуков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: se.sokolov.m.m@gmail.com

Рассматривается применение методов адаптации для формирования корректирующих мероприятий в системах прецедентного анализа инцидентов информационной безопасности.

Ключевые слова: инцидент, прецедент, методы адаптации, стратегия реагирования.

**APPLICATION PROBLEMS OF ADOPTATION METHODS FOR FORMING
CORRECTIVE ACTION IN SYSTEM OF PRECEDENT ANALYSIS
OF INFORMATION SECURITY INCIDENTS**

M. M. Sokolov
Scientific supervisor – V. G. Zhukov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: se.sokolov.m.m@gmail.com

Application of adaptation methods for forming corrective action in system of precedent analysis of information security incidents is considered.

Keywords: incident, precedent, methods of adaptation, response strategy.

Российский стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 18044–2007 [1] регламентирует необходимость применения структурного подхода к управлению инцидентами информационной безопасности. Основная задача процесса управления инцидентами информационной безопасности – это устранение/локализация появившихся в информационной системе инцидентов. Данная задача решается своевременным формированием и исполнением корректирующих мероприятий для информационной системы, в которой произошел инцидент информационной безопасности.

В системе управления инцидентами информационной безопасности, построенной на основе прецедентного анализа, задача устранения/локализации инцидентов информационной безопасности может быть решена двумя способами [2]:

1) в случае если между инцидентом информационной безопасности и прецедентом, содержащимся в базе знаний, установлено однозначное соответствие, то для устранения/локализации инцидента применяется стратегия реагирования найденного прецедента;

2) в случае если для инцидента информационной безопасности не найден прецедент в базе знаний, то проводится адаптация стратегий реагирования наиболее близких прецедентов к инциденту, после чего выполняются мероприятия из адаптированной стратегии реагирования.

При этом информационную безопасность организации в общем случае можно разделить на два уровня:

- 1) уровень эксплуатации средств защиты информации;
- 2) уровень управления информационной безопасностью организации.

Инциденты информационной безопасности, возникающие на уровне эксплуатации средств защиты информации, представляют собой реализацию угроз информационной безопасности, посредством существующих в информационной системе уязвимостей. На сегодняшний день уязвимости любого программного, аппаратного или программно-аппаратного средства устраняются установкой обновлений безопасности, как следствие стратегии реагирования на инциденты, возникающих на

данном уровне информационной безопасности, имеют всего лишь одно мероприятие – установка обновлений безопасности.

Для локализации инцидентов информационной безопасности, применение методов адаптации стратегий реагирования позволит снизить вероятность появления в системе инцидента. Рассмотрим использование алгоритмов адаптации для формирования корректирующих мероприятий на примере существовавшей ранее проблемы использования программного интерфейса Cisco Adaptive Security Device Manager (ASDM) для управления межсетевыми экранами и маршрутизаторами компании Cisco. Проблема использования ASDM заключалась в том, что штатное функционирование данного программного интерфейса было возможно только с установленной версией Java 7 и более ранними версиями, как следствие компьютер администратора сети являлся уязвимым. Устранение данной уязвимости – это установка последних версий программного обеспечения Java, но данное мероприятие осложняет администрирование сетевого оборудования, заставляя системного администратора осуществлять администрирование только посредством консоли. Решение данной проблемы, не нарушающее сформировавшийся процесс администрирования – это поэтапное применение защитных мер, в результате которых будет осуществляться необходимый и достаточный уровень безопасности:

- 1) на компьютере администратора сети отключается весь не используемый функционал (электронная почта, доступ в сеть Интернет, стороннее программное обеспечение);
- 2) разграничение доступа на сетевом уровне (с данного компьютера предоставляется доступ только к администрируемому оборудованию).

Выполнение данных шагов снижает вероятность эксплуатации уязвимостей программного обеспечения Java, при этом сформировавшийся процесс администрирования сетевого оборудования не подвергается изменениям. В данном случае выполнялась адаптация типового сценария реагирования по изолированию уязвимого сервиса или информационной системы – минимизация доступа.

На уровне управления информационной безопасностью чаще всего возникают инциденты, требующие не устранения, а локализации и взятия под контроль в информационной системе функционала, который подвержен возникновению инцидентов. В большинстве случаев возможность возникновения инцидентов информационной безопасности связана с функциональными требованиями информационной системы и особенностями бизнес-процессов организации.

Обработка инцидентов информационной безопасности на уровне управления, осуществляется с целью предупреждения/снижения вероятности появления возможных инцидентов и содержит в себе следующие основные мероприятия [3]:

- 1) анализ информационной системы на предмет возможных проявлений инцидентов информационной безопасности;
- 2) определение параметров информационной системы, изменение которых будет сигнализировать о появившемся инциденте информационной безопасности;
- 3) разработка или доработка функционала информационной системы, позволяющего контролировать в режиме реального времени параметры данной системы.

Данные мероприятия представляют собой превентивные мероприятия, направленные на предупреждение и в дальнейшем локализацию, взятие под контроль инцидентов информационной безопасности.

В настоящее время использование методов адаптации стратегий реагирования для инцидентов информационной безопасности при их прецедентном анализе возможно только для снижения вероятности появления, локализации и взятия под контроль инцидентов информационной безопасности. В силу установившейся практики устранения уязвимостей программных, аппаратных или программно-аппаратных средств использование алгоритмов адаптации стратегий реагирования для инцидентов информационной безопасности с целью их устранения невозможно.

Библиографические ссылки

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 18044. Менеджмент инцидентов информационной безопасности // Соотв. ISO/IECTR 18044. М., 2007. 50 с.
2. Вагин В. Н., Головина Е. Ю., Загорянская А. А., Фомина М. В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. 2-е изд. // под ред. В. Н. Вагина, Д. А. Поспелова. М. : Физматлит, 2008.
3. Соколов М. М. Исследование влияния функций нахождения расстояния на эффективность работы системы прецедентного обнаружения и анализа инцидентов информационной безопасности : вып. квалификац. работа / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. 81 с.

УДК 004.5

ЧИПИЗАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ

М. В. Баранкова, О. А. Скопылатова
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: bagaeva@mail.sibsau.ru

Рассматривается использование чипизации и ее влияние на организм человека. Описаны опыты и рассмотрены положительные и отрицательные стороны данного проекта.

Ключевые слова: микрочип, управление сознанием, население.

CHIPPING OF POPULATION

M. V. Barankova, O. A. Skopylayova
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: bagaeva@sibsau.ru

This paper considers the use of shipping and its impact on the human body. Described the experiences and summed positive and negative aspects of this project.

Keywords: microchip, mindcontrol, population.

Технологии постоянно развиваются, изменяя тем самым человеческую жизнь. С развитием информационных технологий происходят изменения и в положении личности. Если оглянуться вокруг, то можно увидеть, как много новых технологий появилось за последние десятилетия: iphone, беспроводной интернет, 3D-кино, 3D-принтер и многое другое. Сегодня на руках каждого человека имеется огромное количество документов: паспорт, пенсионное, водительское, медицинское удостоверения, банковская карта. Это предоставляет неудобство в хранении и использовании. Поэтому в ближайшем будущем у каждого будет возможность получить устройство (чип), которое заменит все документы. Чип – устройство, вживлённое живому организму, которое посредством нейронных связей соединяется с мозгом.

Ученые активно работают над возможностями микрочипа. Проводят эксперименты над насекомыми, животными и даже людьми. Процедура введения считается безболезненной, так как все чипы вводятся через инъекцию. Владельцы домашних животных, боясь потерять своих любимцев, вживляют им устройство, имеющее собственный номер. Прочипировав таракана, ученые заставили его по велению компьютера точно описывать синусоиду. Находясь близко к камере и к людям, он должен был бежать в укрытие, но такого не произошло. Секрет подчинения в том, что в нервную систему насекомого были вживлены миниатюрные стимулирующие электроды. Они и позволяли манипулировать мускулами с нужной стороны тела, заставляя их сильнее или слабее сокращаться. Команды принимала микросхема, установленная на спинке таракана и снабженная крошечной батарейкой. На сегодняшний день военными применяются радиоуправляемые жуки. Управляемые жуки могли бы нести на себе биологическое или химическое оружие. Помимо этого, существуют так называемые крысы-спасатели. Они умеют находить людей под завалами и передавать их местоположение на компьютер. Для одной из крыс был изобретен протез гиппокампы мозга (отвечает за долго-

временную память). В опыте у крысы часть гиппокампы заменили протезом. Крыса «работает» как раньше.

Не так давно в Екатеринбурге был скандал из-за того, что родители школьников узнали, что их детям хотят вживлять чипы, которые должны улучшить способности ребят, и соответственно в городе тут же заговорили о тотальном контроле государства над населением, так же высказывались мнения о попытке контроля сознания. Уже готовятся необходимые документы и через 4 года в России должны быть внедрена технология занесения информации непосредственно на кору головного мозга. Для этого будут изготавливаться специальные чипы и делаться специальные USB-выходы для подключения в сети. Таким образом, согласно закону, российских детей должны будут чипировать к 2030 году.

Интересно, что попытки внедрения чипов людям уже были. Интернет-журналиста и телеведущего Джулиана Ассанжа в 2010 году до суда посадили под домашний арест. В пазуху носа Ассанжу вшили микрочип, с помощью которого полиция знала абсолютно о каждом его шаге, благодаря этому ему не нужно было приходить в полицию и отмечаться.

В это трудно поверить, но в России немало желающих добровольно имплантировать себе самые различные чипы. Например, магниты в пальцы, которые заменяют проездной на метро, автомобильный брелок, позволяющий заводить машину без ключа. Трансгуманисты для начала предлагают объединить все эти чипы в один и вшить под кожу, например, в ладонь. У такого микропульта есть огромное преимущество – его невозможно потерять, забыть дома, и самое главное, что он будет только ваш.

«Сегодня микрочипы действуют с помощью направляемых на них низкочастотных радиоволн. Через спутник чипированное лицо может быть отслежено в любой точке земного шара. По словам доктора Карла Сандерса, эта техника была уже испытана во время войны в Ираке. Сандерс изобрел разведывательный, дистанционно управляемый оператором интерфейсный биотик, который имплантировали в людей. В результате суперкомпьютеры в Агентстве национальной безопасности США могли отслеживать поведение каждого военнослужащего» [3].

Ученым давно известно, что каждый орган человека работает на своей частоте, причем любой орган можно будет вывести из строя, зная его слабое место. Таким образом, посыл с помощью чипа, который посредством нейронных связей соединяется с мозгом, нужные колебания на слабый или больной орган, можно просто вывести его из строя. Учитывая, что в мире давно ведется разработка психотропного оружия, которое будет способно внушать людям разные эмоции и ощущения, вплоть до галлюцинаций; можно легко представить каким оружием окажется ваш персональный чип.

«Одна из высокотехнологичных компаний в Швеции „Ericenter“ имплантировала электронные чипы под кожу своим работникам. Крошечные беспроводные устройства призваны заменить собой электронные пропуска. Люди, которые уже обзавелись радиометкой, говорят, что процедура вживления напоминает обычную подкожную инъекцию, а делают ее профессиональные татуировщики.

В США разрабатывают лечебные микрочипы от всех болезней. Агентство передовых оборонных исследовательских проектов США „DARPA“ ведет разработку крошечных электронных чипов, которые взаимодействуют напрямую с нервной системой и могут контролировать болезни и хронические состояния. Провести испытания новой технологии на людях планируется в течение ближайших 5 лет, хотя подробности испытаний пока не обсуждаются» [1].

В Российской Федерации идёт правовая подготовка чипизации граждан с целью идентификации личности. Приведём выдержку из «Стратегии развития электронной промышленности России на период до 2025 года», утверждённой Приказом Министерства промышленности и энергетики РФ от 7 августа 2007 г. № 311, министром В. Б. Христенко.

В разделе 3 приказа говорится об основных целях и задачах Стратегии «...Внедрение нанотехнологий должно ещё больше расширить глубину её проникновения в повседневную жизнь населения. Должна быть обеспечена постоянная связь каждого индивидуума с глобальными информационно-управляющими сетями типа Internet. Нанoeлектроника будет интегрироваться с биообъектами и обеспечивать непрерывный контроль за поддержанием их жизнедеятельности, улучшением качества жизни, и таким образом сокращать социальные расходы государства» [2].

На одной из бесед с Владимиром Вольфовичем Жириновским на телеканале «НТВ» 17 января 2012 года, он сказал: «На западе это сделано, мы в какой-то степени запаздываем. Это никто не будет знать, в этом смысл. Государство обеспечивает тайну всех персональных данных».

Подводя итоги, выделим положительные и отрицательные стороны чипизации.

Положительные стороны:

– поиск и спасение людей, включая пропавших детей или детей, взятых в качестве заложников и т. д.;

- помощь тяжелобольным людям через наблюдение их состояния, используя микрочип;
- отслеживание, обнаружение и наблюдение за людьми, которые любят экстремальные виды спорта (туризм, лыжный спорт, скалолазание, дайвинг и т. д.) и которые могли бы серьезно пострадать в результате несчастного случая;

Отрицательные стороны:

- нарушение гражданских прав и свобод;
- путь к тотальному контролю (когда и документы и деньги заменяет одна электронная метка, то человеком легко управлять);
- возможность роста мошенничества, создание огромных рисков для каждого гражданина;
- оружие массового поражения человеческого сознания

На основе вышесказанного можно сделать вывод о том, что грядущая чипизация неизбежна. Но ее влияние может быть разным. С одной стороны, – это удобство, так как не будет необходимости стоять в очередях и носить с собой огромное количество документов, а также для людей с тяжелыми заболеваниями, которым чип может помочь в разных ситуациях. Но с другой стороны, использование чипа позволяет контролировать поведение людей. И таким образом, человечество должно избирательно подойти к решению этой проблемы.

Библиографические ссылки

1. Подготовка чипизации населения России [Электронный ресурс]. URL: <http://rodinaprav.info/index.php/izdaniya/119-podgotovka-chipizatsii-naseleniya-rossii> (дата обращения: 11.03.2015).
2. Форум о политике и политиках [Электронный ресурс]. URL: <http://www.politforums.net/internal/1359297260.html> (дата обращения: 12.03.2015).
3. Как подготовиться к чипизации? [Электронный ресурс]. URL: <http://vsyo-tut.ru/bezopasnost/581-chipizaciya-zashita> (дата обращения: 12.03.2015).

© Баранкова М. В., Скопылатова О. А., 2015

УДК 004.7

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ЗАЩИЩЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

И. В. Батракина
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: 281169pap@mail.ru

Рассматривается защищенность компьютерных сетей ее выявление, анализ и способы защищенности.

Ключевые слова: защищенность, уязвимость, компьютер, сеть, программа.

DETECTION AND ANALYSIS OF COMPUTER NETWORK SECURITY

I. V. Batranina
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: 281169pap@mail.ru

The development of information systems and technology is accompanied by an increase in the share of threats associated with the presence of vulnerabilities in software resources. Widespread means of implementation of such threats, including virus type, makes it extremely topical application of different systems of security analysis.

Keywords: security, vulnerability, computer, network, software.

В наше время очень распространена всемирная сеть Интернет и большее количество людей уже не могут представить свою жизнь без него. Многие на этом зарабатывают деньги. Многие работают через Интернет. Поэтому уже разработали множество программ по защите личных и корпоративных локальных и глобальных компьютерных сетей. Такие как Internet Scanner, Database Scanner и т. д. Такое развитие информационных систем и технологий сопровождается ростом доли угроз, связанных с наличием уязвимостей программных ресурсов. Широкое распространение средств реализации таких угроз, в том числе вирусного типа, делает чрезвычайно актуальным применение различных систем анализа защищенности.

Система обнаружения вторжений (СОВ) – программное или аппаратное средство, предназначенное для выявления фактов неавторизованного доступа в компьютерную систему или сеть либо несанкционированного управления ими в основном через Интернет. Соответствующий английский термин – Intrusion Detection System (IDS). Существует три этапа осуществления атаки. Первый, подготовительный, этап заключается в поиске предпосылок для осуществления той или иной атаки. На этом этапе ищутся уязвимости, использование которых приводит к реализации атаки, т. е. ко второму этапу. На третьем этапе завершается атака, «заметаются» следы и т. д. При этом первый и третий этапы сами по себе могут являться атаками. Системы обнаружения вторжений обеспечивают дополнительный уровень защиты компьютерных систем. Можно разделить системы обнаружения вторжений (СОВ) на два основных класса в зависимости от их позиции в сети: хостовые системы обнаружения вторжений и сетевые системы обнаружения вторжений.

Системы, функционирующие на первом этапе осуществления атак и позволяющие обнаружить уязвимости информационной системы, используемые нарушителем для реализации атаки. Иначе средства этой категории называются системами анализа защищенности (security assessment systems) или сканерами безопасности (security scanners). Обычно системы анализа защищенности не принято относить к классу средств обнаружения атак, однако, если следовать описанным выше этапам осуще-

ствления атаки, то такое отнесение вполне логично. Системы, функционирующие на втором этапе осуществления атаки и позволяющие обнаружить атаки в процессе их реализации, т. е. в режиме реального (или близкого к реальному) времени. Именно эти средства и принято считать системами обнаружения атак в классическом понимании. Помимо этого можно выделить такой класс средств обнаружения атак как обманные системы. Системы, функционирующие на третьем этапе осуществления атаки и позволяющие обнаружить уже совершенные атаки. Эти системы делятся на два класса – системы контроля целостности, обнаруживающие изменения контролируемых ресурсов, и системы анализа журналов регистрации [1; 2].

На данный момент существуют:

- Application IDS (Intrusion Detection System), обнаруживающие атаки на конкретные приложения;
- OS IDS, обнаруживающие атаки на операционные системы;
- DBMS IDS, обнаруживающие атаки на системы управления базами данных.

Обнаружением уязвимостей занимаются системы анализа защищенности – сканеры безопасности или системы поиска уязвимостей. Они проводят всесторонние исследования заданных систем с целью обнаружения уязвимостей, которые могут привести к нарушениям политики безопасности. Наиболее опасны уязвимости проектирования, которые обнаруживаются и устраняются с большим трудом. В этом случае уязвимость свойственна проекту или алгоритму и, следовательно, даже совершенная его реализация (что в принципе невозможно) не избавит от заложенной в нем уязвимости. Например, уязвимость стека протоколов TCP/IP.

Смысл уязвимостей реализации заключается в появлении ошибки на этапе реализации в программном или аппаратном обеспечении корректного с точки зрения безопасности проекта или алгоритма. Обнаруживаются и устраняются такого рода уязвимости относительно легко – путем обновления исполняемого кода или изменения исходного текста уязвимого ПО.

Последняя причина возникновения уязвимостей – ошибки конфигурации программного или аппаратного обеспечения. К их числу можно отнести, например, доступный, но не используемый на узле сервис Telnet, использование «слабых» паролей или паролей менее 6 символов, учетные записи (accounts) и пароли, остановленные по умолчанию (например, SYSADM или DBSNMP в СУБД Oracle), и т. д. Обнаружить и исправить такие уязвимости проще всего.

На данный момент существуют следующие средства анализа защищенности:

- Internet Scanner. Может быть использована для анализа защищенности любых систем, основанных на стеке протоколов TCP/IP. Это могут быть как компьютеры, подключенные к локальной или глобальной сети (Internet), так и автономные компьютеры с установленной поддержкой TCP/IP.
- System Scanner. Может быть использована для анализа защищенности операционных систем Unix (различные версии), Windows NT, Windows 95 и 98.
- Database Scanner. Обеспечивает дистанционный контроль настроек и политики безопасности баз данных становится важной составляющей комплексной системы безопасности.
- Cisco Secure Scanner. Обеспечивает своевременное уведомление конечного пользователя и специалистов по безопасности о появлении внутренних источников уязвимости сети и, таким образом, позволяет с упреждением эффективно решать потенциальные проблемы безопасности.
- WebTrends Security Analyzer. Предназначен для обнаружения известных уязвимостей защиты в Интер-, интра- и экстранет-системах, базирующихся на Microsoft Windows.
- Nessus. Специально разработанный для написания сценариев эксплуатации уязвимостей.

Система предотвращения вторжений (англ. Intrusion Prevention System) – программная или аппаратная система сетевой и компьютерной безопасности, обнаруживающая вторжения или нарушения безопасности и автоматически защищающая от них. Системы IPS можно рассматривать как расширение систем обнаружения вторжений (Intrusion Detection System – IDS), так как задача отслеживания атак остается одинаковой. По сравнению с системы обнаружения вторжений (COB), система предотвращения вторжений (СПВ) является реактивной системой, в которой COB тесно связана с брандмауэром. Основной задачей СПВ является смягчение (остановка) обнаруженной атаки. СПВ можно разделить на три класса: хостовые, сетевые и распределенные [3; 4].

В результате рассмотрения способов и анализа защищенности компьютерных сетей можно сделать вывод. Защита личных и корпоративных данных в наше время очень распространена и необходима, поэтому были разработаны средства анализа защищенности таких как Internet Scanner, который использован для анализа защищенности любых систем, основанных на стеке протоколов TCP/IP, и защищает личные данные пользователя при регистрации на различных сайтах. Также существует на

данный момент защита из облака, которая позволяет работать без утечки личной и корпоративной информации. Поскольку постоянно появляются новые уязвимости, то для их эффективного обнаружения необходимо постоянно обновлять базу данных системы анализа защищенности.

Библиографические ссылки

1. Northcutt S., Frederick K., Winters S., Zeltser L., Ritchey R. Inside Network Perimeter Security: The Definitive Guide to Firewalls, VPNs, Routers, and Intrusion Detection Systems, New Rider's Publishing, 2003. 9780735712324. 2.1,2.4.
2. Википедия – свободная интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/IDS> (дата обращения: 19.12.2014).
3. Википедия – свободная интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Система_предотвращения_вторжений (Дата обращения: 19.12.2014)
4. Выявление уязвимостей компьютерных сетей [Электронный ресурс]. URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=18342> (дата обращения: 17.12.2014).

© Батракина И. В., 2015

УДК 004.5

НАСЫЩЕННЫЕ ИНТЕРНЕТ-ПРИЛОЖЕНИЯ

Н. А. Безъязыкова, М. С. Яковлева
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nataliya.bezyazykova@yandex.ru

Рассмотрены примеры технологий для создания насыщенных интернет-приложений, преимущества, недостатки, примеры веб-сайтов, проблемы и перспективы их разработки.

Ключевые слова: браузер, веб-сервер, приложение.

RICH INTERNET APPLICATION

N. A. Bezyazykova, M. S. Yakovleva
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nataliya.bezyazykova@yandex.ru

Reviewed examples of technologies for building rich Internet applications, advantages, disadvantages, examples of websites, problems and prospects of their development.

Keywords: browser, web server, application.

Общая тенденция к мобильности, а также повышение уровня требований к компьютерным программам различной направленности приводят к изменениям в сети Internet. И теперь web-приложения по своему функционалу приближаются к традиционным настольным приложениям. Всё это может ознаменовать наступление эры web-приложений нового типа, обогащенных веб-приложений или Rich Internet application [1].

Rich Internet application (RIA, Насыщенное (обогащенное или богатое) интернет-приложение) – это клиент-серверное приложение, в котором в качестве клиента выступает браузер, а в качестве сервера – веб-сервер, доступное через Интернет, обладающее функциональностью традиционных настольных приложений. Такое интернет-приложение предоставляется либо уникальной спецификой браузера (т. е. не требуется дополнительной установки программного обеспечения), либо через плагин (программный модуль, в основном выполненный в виде библиотеки, подключаемый к базовому проекту), либо путем виртуальной машины («песочницы») [2].

Насыщенные интернет-приложения обладают характерными чертами. Среди положительных характеристик можно выделить:

- отсутствие необходимости устанавливать приложение на персональный компьютер;
- автоматическое обновление версий приложения;
- возможность использования приложения на любом устройстве, подключенному к сети Internet;
- возможность работы в приложении без предварительной установки на устройство, что помогает обезопасить его от заражения вирусами;
- более богатый и интерактивный пользовательский интерфейс;
- одновременно возможно проводить значительно большее количество сеансов за счет баланса между вычислительными ресурсами;
- возможность пользователя работать RIA-формой методом асинхронной коммуникации, при котором обмен данными между клиентом и сервером может осуществляться без ожидания пользователя [3].

К базовым недостаткам и ограничениям богатых интернет-приложений можно отнести следующее:

- использование виртуальной машины может привести к неправильному взаимодействию с системными ресурсами;
- необходимость подключения активных сценариев в браузере с целью корректной работы приложения;
- скорость загрузки скрипта зависит от размера и типа передачи данных;
- возможность утраты целостности, вызванная конфликтами между целями приложения и X/HTML, если приложение основано на X/HTML;
- клиентская возможность изменения состояния программы может привести к некорректной работе приложения;
- непостоянство содержимого обогащенных приложений может привести к невозможности его индексации поисковыми системами;
- работа в насыщенном интернет-приложении напрямую зависит от состояния подключения к сети Internet;
- невозможность расширяемости обогащенных интернет-приложений [3].

Возможности Rich Internet application могут быть достигнуты с помощью AJAX, Adobe Flex, Windows Presentation Foundation, Flash, Java-апплетов, Java и некоторых декларативных языков, таких как XUL, MXML.

Наиболее распространенными известными технологиями для создания насыщенных интернет-приложений являются AJAX, AdobeFlash, AdobeFlex.

AJAX (асинхронный JavaScript и XML) представляет собой совокупность функционала языка JavaScript и объекта XML HttpRequest, что позволяет RIA получать данные с сервера и отображать их без перезагрузки страницы. Использование технологии AJAX позволяет значительно обогатить традиционные веб-страницы и сделать работу с ними более комфортной [5].

AdobeFlash – это среда, позволяющая создавать Flash-приложения, основной особенностью которой является наличие иерархически-организованной временной шкалы, благодаря которой удается получать анимации различного уровня сложности. AdobeFlash обладает широким спектром возможностей создания и редактирования графики, импорта аудио- и видеофайлов. С помощью AdobeFlash можно создавать анимационные ролики и достаточно сложные интерактивные приложения [4].

AdobeFlex – это инструмент, позволяющий создавать Flash-приложения, но без применения временной шкалы. Кроме того, отличительной чертой является возможность использования языка разметки MXML, который позволяет задавать изменения состояний и переходы в декларативной форме. С помощью AdobeFlex создаются сложные интернет-приложения, применяющиеся для решения бизнес-задач или для повседневных целей [4].

Windows Presentation Foundation (WPF) – это система для построения клиентских приложений Windows с визуально привлекательными возможностями взаимодействия с пользователем. WPF позволяет создавать широкий спектр как настольных, так и насыщенных интернет-приложений. В основе WPF лежит векторная система создания графики, не зависящая от разрешения и созданная с расчетом на возможности современного графического оборудования. WPF расширяет базовую систему полным набором функций разработки приложений, в том числе Язык XAML (Extensible Application Markup Language), элементами управления, привязкой данных, макетом, двухмерной и трехмерной графикой, анимацией, стилями, шаблонами, документами, мультимедиа, текстом и оформлением. WPF входит в состав Microsoft .NET Framework и позволяет создавать приложения, включающие другие элементы библиотеки классов .NET Framework [5].

Примерами RIA веб-сайтов можно назвать сайт графического редактора Adobe Photoshop Express (URL: www.photoshop.com/express/), интернет-магазин новозеландских сыроделов (URL: www.whitestonecheese.co.nz/), программное обеспечение для построения диаграмм (URL: <http://visudemos.ilog.com/webdemos/charts3d/charts3d.html>).

Развитию Rich Internet application препятствует ряд факторов, в первую очередь, связанных с отсутствием единого норматива для разработки, что ведет к некой изолированности между разработчиками. Также к сложностям можно отнести: высокий порог вхождения для разработчиков и незрелость инструментария.

С другой стороны, концепция RIA позволяет разрабатывать программы, независимые от уровня представления, данные которого передаются посредством подключения к сети Internet. Обогащенное web-приложение можно считать моделью взаимодействия в приложении, обладающей интерфейсом

и функционалом стандартного настольного приложения, находящегося в web-браузере. Кроме того, с помощью Rich Internet application возможно увеличение надежности и комфорта использования систем управления содержимым на новый уровень, который был доступен только стандартным настольным приложениям, что продолжит привлекать внимание всё новых пользователей и разработчиков, а значит, будет перспективно развиваться.

Подводя итог выше сказанному можно остановиться на том, что независимо от типа применяемых технологий при создании интернет-приложений и существующих недостатков и проблем, это направление является перспективным и бурно развивающимся.

Библиографические ссылки

1. Rich Internet Application и контент-менеджмент // Cmsart.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://cmsart.ru/articles/html-articles/rich-internet-application-i-kontent-menedzhment> (дата обращения: 20.12.2014).

2. RIA – Rich Internet Applications «Обогащенные интернет-приложения» // Официальный сайт компании DataArt [Электронный ресурс]. URL: http://www.dataart.ru/downloads/RIA_2.pdf (дата обращения: 20.12.2014).

3. Обзор современных технологий создания RIA-приложений // Ресурс для IT-специалистов «Хабрахабр» [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/84320/> (дата обращения: 20.12.2014)

4. Константин Ковалев. RIA – значит свобода // Мир ПК. 2008. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/pcworld/2008/03/4950952/> (дата обращения: 20.12.2014).

5. Введение в WPF // Официальный сайт Microsoft [Электронный ресурс]. URL: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa970268\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/aa970268(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 20.12.2014).

© Безъязыкова Н. А., Яковлева М. С., 2015

УДК 519.866

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦЕН НА МОЛОКО

М. М. Белоногова
Научный руководитель – Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sen@mail.sibsau.ru

Моделируются средние потребительские цены на молоко за 1 л в Красноярском крае по 360 данным временного ряда с 01.02.2013 по 26.01.2013. В процессе подбора наиболее подходящей оказалась полиномиальная линия тренда выбрано второй степени. Все коэффициенты этого уравнения статистически значимы. Уравнение адекватно опытными данными. Остатки гомоскедастичны. Построенная модель позволяет делать прогноз на 6 месяцев с ошибкой не превышающей 5 %.

Ключевые слова: моделирование, анализ данных, уравнение регрессии.

ECONOMETRIC ANALYSIS OF OF PRICES FOR MILK

M. M. Belonogova
Scientific supervisor – E. V. Filyushina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sen@sibsau.ru

In the article simulated the average consumer prices for milk for 1 liter in the Krasnoyarsk region to 360 data time series on 02.01.2013–26.01.2013. In the process of selecting the most suitable polynomial trend line was selected second degree. All coefficients of this equation are statistically significant. Equation adequately the experimental data. Remains homoscedasticity. The constructed model allows prediction for 6 months with an error not exceeding 5 %.

Keywords: modeling, data analysis, regression equation.

Для анализа были взяты данные о цене 1 л молока (еженедельные средние потребительские цены на молоко питьевое цельное пастеризованное 2,5–3,2 % жирности) в Красноярском крае за 2013 год с сайта Росстата www.gks.ru [1].

Была получена следующая итоговая статистика:

Средняя цена 1 л молока в 2013 г. была равна 37,53 руб., стандартная ошибка средней – 7 копеек. Наиболее часто встречающаяся цена – 37,17 руб. Стандартное отклонение показывает разброс данных относительно среднего значения, т. е. цена колеблется в среднем в пределах от 36,11 до 38,94 руб. Наименьшая цена за этот период равна 36,08 руб., а наибольшая – 40,99 руб. Цена выросла в среднем почти на 5 руб.

Асимметрия показывает несимметричность распределения величины, а так как этот показатель положителен и больше 0,5, значит, асимметричность данных значительна и есть правосторонняя асимметрия. Эксцесс – положителен и близок к нулю, значит, кривая распределения близка к нормальной и расположена чуть выше.

Коэффициент вариации для данных равен 3,77 %, что говорит об однородности данных, т. е. разброс данных относительно средней невелик.

Данные были разбиты на 9 групп с длиной интервала = 0,546, и была построена гистограмма частот.

График частот показывает, что большая часть данных (238) находится ниже 37,17 руб. Это значит, что почти две трети года цена за 1 л молока была ниже 37,17 руб.

Наблюдается тенденция цен к росту, то есть незначительные понижения цены были, но в целом цена на молоко повышается. Особенно заметен рост цен в конце года начиная с сентября. Такая динамика цен объясняется тем, что стоимость молока от сельхозпроизводителей с сентября – в данном случае примерно с 35 недели, или 245 дня – обычно растет, так как объем производства молока зимой гораздо меньше, чем летом.

По данным были построены разные линии тренда.

С экономической точки зрения более подходящей для прогноза будет линия полиномиальная 2-й или 3-й степени, так как линия тренда 4-й и выше степеней спускается вниз, что маловероятно для цен на молоко.

Быстрота роста цен на молоко не соответствует линии 3-й степени и маловероятно, что цена поднимется выше 46–47 рублей за литр в 2014 году, если считать, что за 2013 год цена по данным поднялась примерно на 5 рублей. Таким образом, для прогноза цены подходит больше линия 2-й степени.

Полученное уравнение регрессии для полиномиальной линии 2-й степени:

$$y = 36,65 - 0,009\ 6 \cdot t + 0,000\ 059\ 1 \cdot t^2.$$

Данное уравнение описывает 96,44 % данных и адекватно опытным данным. Все коэффициенты значимы. Множественный $R = 0,98$, т. е. существует сильная связь между ценой молока и номером дня. Остатки гомоскедастичны.

Полученные остатки регрессии были проверены на автокорреляцию. Была выявлена автокорреляция первого порядка (последующая цена на молоко сильно зависит от предыдущей), коэффициент корреляции равен 0,95.

Полученная регрессия для остатков: $e_t = 0,947\ 20 \cdot e_{t-1}$.

Уравнение описывает 90,57 % данных. Уравнение адекватно опытным данным. Коэффициент значимый. Остатки гомоскедастичны.

Остатки уравнения регрессии остатков были проверены на автокорреляцию, вывод – нет автокорреляции. Автокорреляция остатков устранена, и полученное уравнение можно использовать для прогноза.

Окончательное уравнение регрессии:

$$Y_t = 36,66 - 0,009\ 6 \cdot t + 0,000\ 06 \cdot t^2 + 0,947\ 20 \cdot e_{t-1}.$$

Был сделан прогноз цен на молоко (фактические значения цен на молоко в 2014 году взяты по данным Росстата) [1]:

Уравнение регрессии можно использовать для прогнозирования, пока ошибка прогноза не превышает 5 %. Таким образом, полученное уравнение регрессии позволило сделать прогноз на 189 дней (6 мес.).

Однако так как цена за рассмотренный период колеблется незначительно, наибольшая ошибка при прогнозе не должна превышать 0,5–1 рубля – в этом случае ошибка будет составлять примерно 1–2 %. 5 % – в нашем случае это более 2 рублей – слишком большая ошибка. Поэтому следует ограничить использование данного уравнения для прогноза до 153 дня (5 мес.), где ошибка будет составлять менее 1 рубля, а для большей точности (ошибка менее 0,5 рублей) до 50 дня.

Полученное уравнение регрессии не учитывает влияние инфляции на цены. А так как в 2013 году инфляция составила 6,5 %, необходимо привести цены к одному периоду (декабрю 2012 года) и строить регрессию не по фактическим ценам, а по ценам, пересчитанным с учетом инфляции. Имея средние ежемесячные цены и информацию об инфляции за каждый месяц (в % к декабрю предыдущего года) и индекс потребительских цен на товары и услуги по Красноярскому краю (в % к декабрю предыдущего года) [2], получим пересчитанные цены на молоко в ценах декабря 2012 г.

Так как для анализа использовали данные о ценах по Красноярскому краю, то точнее будет расчет цен с учетом ИПЦ по Красноярскому краю. Полученные цены, пересчитанные с учетом инфляции и ИПЦ, более явно отражают сезонное изменение цен на молоко: до мая цена почти не меняется, падение цен в июне и значительный рост цен, начиная с сентября, что обусловлено динамикой цен на молоко от сельхозпроизводителей.

В работе использовались методики и результаты, полученные в работах [3–10].

Библиографические ссылки

1. Еженедельные средние потребительские цены на отдельные товары и услуги, рубль [Электронный ресурс] // Сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi?pl=1921002> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Индексы потребительских цен на товары и услуги, процент [Электронный ресурс] // Сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi?pl=1902001> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 356.
4. Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Ариясуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 359–360.
5. Захарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США за период 01.11.1983-01.19.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014 Т. 1. С. 369–370.
6. Карабицына Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 372–373.
7. Худяева Т. В., Сенашов С. И. Анализ динамики поступления налогов и сборов оп уфнс России по Красноярскому краю // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. С. 440.
8. Рядчикова А. В., Сенашов С. И. Анализ динамики изменения дневной выручки ООО «ГИЗ» за 2011 год // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 113–114.
9. Тарасов А. А., Сенашов С. И. Анализ отправки грузов в контейнерах из города Москвы со станции Силикатная в период с 01.01.2011 по 31.12.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 131–133.
10. Торопова М. О., Сенашов С. И. Анализ изменения производимого хлеба предприятием ИП «Осколков» в период с 15.10.2011 по 13.10.2012 г. // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 143–145.

© Белоногова М. М., 2015

УДК 658.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С. А. Бибик, И. А. Махлайд
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: IlyaSofi@mail.ru

Авторами рассмотрены российское и зарубежное программное обеспечение для оптимизации деятельности фирм. Показана экономическая эффективность от внедрения, а так же тенденции развития.

Ключевые слова: оптимизация, ERP, информационная система, платформа, IC: Предприятие.

AUTOMATION OF INFORMATION PROCESSES OF THE ENTERPRISE AS A MEANS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF ITS OPERATIONS

S. A. Bibik, I. A. Mahlayd
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: IlyaSofi@mail.ru

In this paper, the authors consider Russian and foreign software to optimize performance of firms. Show the economic efficiency of the implementation, as well as development trends.

Keywords: optimization, ERP, information system platform IC: Enterprise.

В современных условиях в эпоху девальвации рубля, падения российского рынка акций и, как следствие, повсеместного роста цен, фирмам становится актуально, снижать свои издержки. Для успешной оптимизации деятельности фирмы нужно обращать внимание на все процессы, протекающие внутри неё. Каждая компания имеет уникальные и производственные, управленческие инструменты. Снизить издержки и повысить маржинальность бизнеса поможет автоматизация существующих процессов.

На рынке программного обеспечения, помогающего оптимизировать ту или иную сферу деятельности фирмы, можно увидеть компании различных уровней. Одной из масштабных корпораций на российском рынке информационных технологий управления является «Галактика». Корпорация «Галактика» предлагает организациям, предприятиям и компаниям комплекс бизнес – решений, а также ряд других программных продуктов. Ядром комплекса является система Галактика ERP – интегрированная система управления [1].

Наиболее известной и доступной программой является «1С:Предприятие». Система программ «1С: Предприятие» предназначена для автоматизации управления и учета на предприятиях различных отраслей, видов деятельности и типов финансирования [2]. Популярность программа получила благодаря открытой платформе и возможности самому создавать прикладные решения, ориентированных на свое предприятие.

При рассмотрении мирового рынка необходимо выделить следующие корпорации.

1) Ваан Corrogation с продуктом BAAN 4. BAAN – голландская компания, разработчик решений для управления предприятиями с высокотехнологичным производством и корпоративной логистикой [3];

2) SAP AG с продуктом R/3. Система SAP ERP (старое название SAP R/3) разработана германской софтверной корпорацией SAP AG и предназначена для комплексной автоматизации крупных

предприятий. Комплексная автоматизация означает, что единая информационная система на основе R/3 должна охватывать все стороны деятельности предприятия как по сферам деятельности (планирование производства, сбыт, закупки), так и по уровням управленческой иерархии предприятия [4].

Рассмотренные продукты удовлетворяют формату ERP. ERP – это организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности. Данная концепция была сформирована в 1990 году и сразу же получила большую популярность среди промышленных предприятий. Большинство промышленных предприятий продолжает пользоваться ERP-системами до сих пор.

Для иллюстрации эффективности внедрения ERP приведем пример статистических данных, которые распространяет в своих маркетинговых материалах поставщик одной из представленных на российском рынке ERP систем (см. таблицу) [5].

Эффективность от внедрения ERP систем

Показатель эффективности ERP	Среднеотраслевое значение, %
Уменьшение страховых запасов (уровня неснижаемых остатков на складах)	-40
Уменьшение складских площадей	-25
Увеличение оборачиваемости товаро-материальных запасов (ТМЗ)	65
Увеличение поставок точно в срок	80
Снижение производственного брака	-35
Снижение задержек с отгрузкой готовой продукции	-45
Улучшение послепродажного обслуживания	60
Более точный учет затрат	30
Снижение транспортно-заготовительных расходов	-60
Уменьшение сроков закрытия учетного периода	-500 (в 5 раз)
Увеличение оборачиваемости средств в расчетах	30
Уменьшение затрат на административно-управленческий аппарат	-30
Устранение ручной подготовки и сопровождения документов	90

Из таблицы видно, что внедрение ERP-систем положительно скажется на конкурентоспособности компании и поможет значительно сократить её издержки.

Флагманское решение «1С:ERP Управление предприятием 2.0» разработано на новой современной версии 8.3 платформы «1С: Предприятие». К её ключевым преимуществам можно отнести широкие функциональные возможности на уровне ERP-систем международного класса, работу через Интернет, в том числе «облачные» технологии и работу на мобильных устройствах, невысокую стоимость владения и возможность получения существенного экономического эффекта с ростом производительности труда и быстрым возвратом инвестиций.

На этой платформе нами было разработано приложение для оптимизации информационных потоков в фирме, занимающейся продажей авиабилетов. Благодаря данному приложению удастся значительно уменьшить размер бумажного документооборота, сократить количество сотрудников, упростить их работу, повысить скорость и качество выполнения поставленных задач. Данные приложения актуальны в фирмах различной величины, их внедрение необходимо.

Мир не стоит на месте. Функционала ERP для фирм становится недостаточно. Начинают появляться новые функции, более тесно связывающие предприятия с клиентами и контрагентами. ERP II является этапом в эволюции систем планирования ресурсов. ERP II – это стратегия разработки и внедрения приложения, которая распространяется за пределы ERP-функций, чтобы обеспечить интеграцию ключевой для предприятия специфики, внутреннего и внешнего сотрудничества, операционных и финансовых процессов. Данная система выводит оптимизацию деятельности компании на новый уровень, но практически не используется в России.

Система ERP II более актуальна в современном мире за счет своих технических особенностей и дополнений, таких как CRM (приложение для обслуживания клиентов), SCM (приложение для обслуживания поставщиков) и своей архитектуре, основанной на Internet .

Учитывая мировые тренды: «интернет вещей», использование «big date» (больших данных), цифровое производство стандарт ERP II в ближайшее время должен зайти на российский рынок и это приведет к более эффективному управлению в компаниях.

Российским компаниям, работающим на рынке информационных технологий управления, следует развивать программный продукт ERP II.

Библиографические ссылки

1. Корпорация «Галактика» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.galaktika.ru/> (дата обращения: 23.03.15).
2. 1С: Предприятие [Электронный ресурс]. URL: http://v8.1c.ru/info/about_1c.htm (дата обращения 23.03.15).
3. EPR onlane [Электронный ресурс]. URL: <http://www.erp-online.ru/software/baan/> (дата обращения: 23.03.15).
4. Bourabai Research Частное Боровское исследовательское учреждение по внедрению новых технологий [Электронный ресурс]. URL: http://bourabai.ru/cm/sap_erp.htm (дата обращения: 23.03.2015).
5. ЦМД-софт специализируется на IT-консалтинге [Электронный ресурс]. URL: http://www.cmdsoft.ru/information_systems/erp/efficiency_introduction_erp_systems/ (дата обращения: 24.03.15).

© Бибик С. А., Махлайд И. А., 2015

УДК 001.894.2

ТЕХНОЛОГИЯ WEB MINING

А. Н. Борисова
Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: a.anariel@mail.ru

Рассматриваются эффективные решения задач поиска, структурирования и анализа в основном хаотично организованной информации в сети с помощью нового направления в методологии анализа данных – Web Mining.

Ключевые слова: извлечение и анализ информации, технологии Web Mining, Call Mining.

WEB MINING TECHNOLOGY

A. N. Borisova
Scientific supervisor – T. G. Dolgova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: a.anariel@mail.ru

The paper deals with the problem of effective, structuring and analysis largely chaotically organized information on the network with the new directions in the methodology of data analysis – Web Mining.

Keywords: extraction and analysis of information, technology Web Mining, Call Mining.

Web Mining – это современная технология, которая была создана для исследования и дальнейшего извлечения информации из сервисов и web-документов. Данная технология использует методы Data Mining.

Data Mining – технология, которая изучает процессы нахождения новых и потенциально полезных для человека знаний в базах данных [1]. Технология Data Mining использует методы сразу нескольких научных направлений, основные из которых – статистика, искусственный интеллект и системы баз данных.

Необходимость автоматической обработки и анализа информации, полученной из сети Интернет, вызвана высокой доступностью для пользователя большого количества постоянно пополняющейся и обновляющейся информации [2].

Можно выделить следующие проблемы работы с информацией, полученной из глобальной сети:

- поиск значимой информации;
- создание новых знаний вне информации, доступной на Web;
- персонализация информации;
- изучение потребителя или индивидуального пользователя.

Для решения данных проблем используют различные технологии, которые могут напрямую или косвенно разрешать их. К таковым относятся: базы данных, информационный поиск, обработки естественных языков и др.

Выделяют 4 основных этапа применения данной технологии:

1. Поиск ресурсов.
2. Извлечение информации.
3. Обобщение.
4. Анализ.

Web Mining рассматривается в одном ряду с такими интернет-технологиями, как получение информации (Information Retrieval – IR) и извлечение информации (Information Extraction – IE) [3]. Однако, имея с ними много общего.

В области Web Mining выделяют следующие направления анализа:

- извлечение Web-контента (Web Content Mining);
- извлечение Web-структур (Web Structure Mining);
- исследование использования Web-ресурсов (Web Usage Mining).

Технология Web Mining тесно связана с другими направлениями Data Mining. Для анализа текстовой информации используются методы Text Mining. Для анализа изображений, видео- и аудиоинформации используется Multimedia Mining и Call Mining.

На сегодняшний день наибольшее распространение технология получила при решении задач в сфере бизнеса [4].

В бизнес-аналитике Web Mining решает следующие задачи:

- кластеризация и классификация посетителей сайта;
- поиск популярных наборов, ассоциативных правил;
- нахождение зависимостей при пользовании услугами сайта.

Одним из самых популярных инструментов Web Mining для корпоративных информационных систем стала технология Call Mining («добыча» и анализ звонков). Цель использования Call Mining – упрощение поиска в аудио-архивах, содержащих записи переговоров между операторами и клиентами.

Среди фирм – разработчиков новой технологии – компании CallMiner, Nexidia, ScanSoft и Witness Systems [5]. Было разработано два кардинально отличающихся между собой подхода – на базе фонетического анализа и на основе преобразования речи в текст.

Примером ПО для фонетической аналитики служит продукция американской компании Nexidia. Типичная инсталляция продукции от разработчика Nexidia для компании обходится в сумму от 100 до 300 тыс. долларов.

Самым ярким примером ПО на базе подхода преобразования речи в текст является система CallMiner. Стоимость внедрения этой системы в среднем составляет около 450 тыс. долларов.

Аналитики отмечают, что за последние годы интерес к системам на основе Call Mining значительно возрос [5].

В заключение можно сказать, что использование Web Mining-технологий повышает оперативность работы компаний и снижает стоимость обработки информации.

Библиографические ссылки

1. Data Mining [Электронный ресурс] // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Data_mining (дата обращения: 21.12.2014).
2. Технологии анализа данных [Электронный ресурс] // Base Group. URL: http://www.basegroup.ru/library/web_mining/basic_conceptions – BaseGroup Labs (дата обращения: 21.12.2014).
3. Web Mining: интеллектуальный анализ данных в сети Internet [Электронный ресурс] // Управление знаниями. URL: <https://sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravleniaznaniami/text-mining-web-mining/web-mining> (дата обращения: 22.12.2014).
4. Подходы к извлечению данных из веб-ресурсов [Электронный ресурс] // Хабрахабр. URL: <http://habrahabr.ru/post/99918> (дата обращения: 23.12.2014).
5. Сферы применения Data Mining [Электронный ресурс] // Data Mining. URL: <http://bug.kpi.ua/stud/work/RGR/DATAMINING/spheresofapplication.html> (дата обращения: 23.12.2014).

© Борисова А. Н., 2015

УДК 004.032.6

ПРЕИМУЩЕСТВО МНОГОАДРЕСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ IP MULTICAST ПО СРАВНЕНИЮ С ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ IP-АДРЕСАЦИИ (UNICAST)

О. М. Братчикова
Научный руководитель – В. В. Кукарцев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: bratchikova.94@mail.ru

Проводится сравнение традиционной (Unicast) и групповой (Multicast) технологии IP-адресации. Приводятся преимущества IP Multicast, а также описываются общие принципы работы технологии IP Multicast.

Ключевые слова: групповой маршрутизации, традиционной маршрутизации, туннелирование трафика.

THE ADVANTAGE OF MULTICAST IP MULTICAST TECHNOLOGY IN COMPARISON WITH TRADITIONAL TECHNOLOGY IP ADDRESS (UNICAST)

O. M. Bratchikova
Scientific supervisor – V. V. Kukartsev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: bratchikova.94@mail.ru

In article comparison of traditional (Unicast) and group (Multicast) of technology of IP addressing is carried out. Advantages of IP Multicast and as the general principles of work of the IP Multicast technology are described are given.

Keywords: group routing, traditional routing, traffic tunneling.

В настоящее время наблюдается тенденция увеличения пропускной способности каналов, однако постоянно растущая потребность в передаче большого количества информации все еще превосходит развитие технологий передачи потоков данных. Наиболее сильно от данной проблемы зависит трафик мультимедиа. Сегодня повсеместное распространение в сети Интернет получили видеоконференции, прямые трансляции, постепенно набирает обороты телевидение через Интернет. Очевидно, что для динамической передачи высокоскоростных потоков мультимедийного трафика требуются специальные алгоритмы, протоколы, оборудование, и программное обеспечение. Прежде всего, это связано с QoS – гарантированным качеством обслуживания, так как традиционная сеть IP с коммутацией пакетов не может предоставить соответствующее качество доставки информации [1].

IP Multicast – это технология сохранения полосы пропускания, которая позволяет снизить объемы трафика за счет одновременной доставки одного и того же потока информации тысячам корпоративных и домашних адресатов при групповой передаче [2].

Наряду с приложениями, устанавливающими связь между источником и одним получателем, существуют такие, где требуется, чтобы источник посылал информацию сразу группе получателей. В качестве таких приложений можно упомянуть дистанционное обучение, рассылку корпоративной информации, репликацию баз данных и информации веб-сайтов и многое другое.

При традиционной технологии IP-адресации (Unicast) требуется каждому получателю информации послать свой пакет данных, то есть одна и та же информация передается много раз. Вся задача маршрутизации в этом случае сводится к доставке пакета получателю и выбору оптимального маршрута из множества возможных.

Технология групповой адресации (IP Multicast) позволяет направить одну копию пакета от источника сразу множеству получателей. Множество получателей определяется принадлежностью

каждого из них к конкретной группе. Рассылку для конкретной группы получают только члены этой группы.

Технология IP Multicast обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционным подходом:

1. Добавление новых пользователей не влечет за собой увеличение пропускной способности сети.

2. Значительно сокращается нагрузка на посылающий сервер, который больше не должен поддерживать множество двухсторонних соединений.

3. Использование групповой адресации обеспечивает доступ пользователей к данным и сервисам, которые ранее были недоступны, так как для их реализации с помощью традиционной адресации потребовались бы значительные сетевые ресурсы [3].

Основная идея групповой маршрутизации состоит в том, что маршрутизаторы, обмениваясь друг с другом информацией, строят пути распространения пакетов ко всем необходимым подсетям без дублирования и петель. Каждый из них передает принимаемый пакет на один или несколько других, избегая тем самым повторной передачи одного и того же пакета по одному каналу и доставляя его всем получателям группы. Поскольку состав группы со временем может меняться, вновь появившиеся и выбывшие члены группы динамически учитываются в построении путей маршрутизации.

В настоящее время IP Multicast является широко поддерживаемым сетевым стандартом. Все современное сетевое программное обеспечение и аппаратное оборудование поддерживает данный стандарт. Для использования групповой IP-адресации необходима ее поддержка локальной сетью. А что касается глобальной сети, в некоторых случаях допустимо использование «туннелирования трафика» для преодоления участков, эту адресацию не поддерживающих [4].

Туннелирование трафика – это возможность инкапсуляции реальных данных в заголовке пакета [5].

На сегодняшний день, есть решение, которое позволяет контент-провайдеру гарантированно осуществить передачу потока информации, высокого качества, пользователю. Но, все же, есть некоторые недочеты. Возникает вопрос о защите контента, о необходимости специализированного клиентского плеера. Ну и самая главная проблема – это проблема самого протокола IP Multicast. Пока на данный момент протокол рассчитан на операторов широкополосного доступа, то есть контент-провайдеры не могут выйти к конечному пользователю напрямую и по-прежнему зависят от операторов.

Библиографические ссылки

1. Валерий Коржов Многоадресная и широковещательная рассылка [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/cw/2000/12/4031/> (дата обращения: 07.06.2014).

2. Введение в Multicast [Электронный ресурс]. URL: http://www.cisco.com/web/RU/products/ps6552/products_ios_technology_home.html (дата обращения: 08.06.2014).

3. Multicast [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Multicast> (дата обращения: 08.06.2014).

4. Валерий Коржов Многоадресная и широковещательная рассылка [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/cw/2000/12/4031/> (дата обращения: 10.06.2014).

5. Туннелирование [Электронный ресурс]. URL: <http://samoucka.ru/document34055.html> (дата обращения: 10.06.2014).

© Братчикова О. М., 2015

УДК 004

HP HAVENONDEMAND ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ОБЛАКА HPHELION

Т. Г. Буриченко
Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Gmurova_t@mail.ru

Рассматриваются проблемы анализа больших данных, управления необходимой информацией, а также проблемы обработки любых массивов разных типов данных организации, с помощью аналитического решения HP HAVEnOnDemand, работающего на базе облака HP Helion.

Ключевые слова: облачные системы, большие данные, анализ данных.

HP HAVEN ONDEMAND FOR PROCESSING BIG DATA CLOUD-BASED HP HELION

T. G. Burichenko
Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Gmurova_t@mail.ru

This article discusses the problem of analyzing big data management with the necessary information, as well as handle any problems massifs of different types of data organization, using an analytical solution HP HAVEnOnDemand, working on cloud-based HP Helion.

Keywords: cloud systems, big data, data analysis.

Анализ всех типов данных, обработка и структурирование любой хаотичной информации на предприятии, наличие большого функционала обработки данных, получение быстрых результатов в работе с информационными ресурсами, обычно сопровождается большими затратами на IT-специалистов, компьютерные мощности, программное обеспечение, что не выгодно предприятиям [4].

HP HavenOnDemand позволяет решить проблему обработки больших данных организациям всех размеров в любом месте и в любое время, предоставляя облачный доступ к ключевым компонентам аналитической платформы HP [2]. Платформа для больших данных Haven представляет собой программный продукт, позволяющий пользователям хранить, контролировать, обрабатывать, а также анализировать необходимую информацию в любых форматах и из любых источников. Плюсом использования данной платформы является возможность создания специальных приложений, необходимых клиентам на основании их данных, с помощью открытых интерфейсов программирования и стандартов с открытым исходным кодом [2].

Внедрение данной платформы в облако принесет значительный вклад в работу с информацией, характеризующийся созданием быстрых и актуальных отчетов любой сложности для принятия своевременных правильных решений в организациях любых размеров [1].

Работа с облачной технологией HP HavenOnDemand позволит [1]:

1) усовершенствовать создание бизнес-отчетов, с помощью расширенных инструментов аналитики: геопространственный анализ, прогнозирование, анализ тональности текста, сопоставление шаблонов последовательности событий, индексирование, корреляция, а также добавление контекста к данным для уточнения смысла;

2) использовать уникальные методы анализа социальных сетей, анкет клиентов, картотек, контекстный поиск, анализ настроения и распознавание лиц;

- 3) не бояться рисков отказа системы, из-за сбоя его некоторых компонентов;
- 4) выполнять несколько запросов одновременно, без влияния на производительность;
- 5) пользоваться системой ее без установки и настройки, а также обеспечит удобное управление и простой и понятный интерфейс;
- 6) выбрать любой наиболее удобный вариант обслуживания системы, настроенный для каждой организации по индивидуальному заказу;
- 7) выявлять мошеннические действия, угрозы системе безопасности путем точной идентификации аномального сетевого поведения.

Работая с данной платформой, компания может решать вопросы из разных сфер деятельности любого уровня сложности, так, например с помощью приложений платформы путем выявления закономерностей, можно устранить неэффективности в цепочках поставок, сократить расходы компании, прогнозировать проблемы пропускной способности сети, выявлять случаи мошенничества при соблюдении новых нормативных требований и многое другое. Владея знаниями о том, как клиенты используют продукты и услуги, существует возможность улучшить то, что по предположениям бизнес-руководителей, поможет им сохранить больше клиентов, и привлечь новых [3]. Так как зачастую, пользователи не представляют, какую именно информацию необходимо им найти, платформа предоставляет инструменты шаблонного поиска данных, для анализа широкого спектра типов данных, с помощью которого легко достичь прибыльных результатов, например, сократить время вывода на рынок продуктов, которые нужны клиентам [3].

Подводя итоги, можно сказать, что HP Haven On Demand помогает ускорить процесс анализа больших данных и переход к планированию новых решений, а также рационально и экономно управлять большими объемами операционных данных и своевременно использовать для получения выгодных результатов организации.

Библиографические ссылки

1. Платформа для больших данных HAVEN. [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://www8.hp.com/ru/ru/software-solutions/big-data-platform-haven> (дата обращения: 02.03.2015).
2. Платформа HP для анализа «больших данных» – в облаке [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://www.bytemag.ru/articles> (дата обращения: 02.03.2015).
3. HP Haven: SeethebigpictureinBigData [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://www8.hp.com/h20195/V2/GetPDF.aspx/4AA5-1282ENW.pdf> (дата обращения: 02.04.2015).
4. Облачный анализ: как облака могут изменить рынок бизнес-аналитики [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://www.computerra.ru/97289/oblachnyiy> (дата обращения: 02.03.2015).

© Буриченко Т. Г., 2015

УДК 004.09

НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

В. В. Васильева

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: vikulya.vasilyeva@mail.ru

Рассмотрен вопрос о мозго-машинном интерфейсе, созданного для обмена информацией между мозгом человека и электронным устройством. Описывается, для каких целей используется данный интерфейс и методы его применения.

Ключевые слова: обмен информации, мозговой интерфейс, BCI-система.

BRAIN-COMPUTERINTERFACE

V. V. Vasilyeva

Scientific supervisor – T. G. Dolgova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: vikulya.vasilyeva@mail.ru

The article describes the brain-machine interface designed for the exchange of information between the human brain and the electronic device. Describes the purpose for which you use this interface and it is method of operation.

Keywords: exchange of information, the brain interface, BCI-system.

Нейрокомпьютерный интерфейс (НКИ) (называемый также мозговой интерфейс, интерфейс «мозг – компьютер», мозго-машинный интерфейс), созданный для обмена информацией между мозгом и электронным устройством (например, компьютером).

Нейроинтерфейс подключается к компьютеру через блютуз. При полном заряде батарей непрерывно работает минимум 4 часа. Продолжительность зарядки через USB-порт: от получаса до двух часов в зависимости от настроек источника. Во время зарядки пользоваться устройством нельзя из соображений безопасности. В качестве одной из дополнительных целей кампании рассматривается возможность создания внешней батареи, которая позволит пользоваться интерфейсом и вовремя её зарядки. Передача данных в этом случае будет осуществляться уже через кабель [1].

Целью мозго-машинных интерфейсов является создание устройств непосредственной связи между мозгом человека и механическим или электрическим устройством.

Японские ученые поставили целый эксперимент межчеловеческого общения в сфере общения человека с информационными системами, с тем, чтобы информационные системы могли понимать не только прямые указания людей, но и могли бы реагировать на выражения лица и на эмоциональные переживания [2]. Для этого нет ничего лучше, чем разъяснение сигналов, возникающих естественным путем в мозгу, как в центре управления и ощущений.

Успех японских ученых основан на производстве алгоритма, который как бы раскручивает складки мозга и таким образом позволяет правильнее определить источник сигналов и потому быть гожей к работе с массами населения. На конференции ученые продемонстрировали устройство с 14-канальной системой высокоточного приема ЭЭГ (электроэнцефалография). Устройство не требует подготовки волос, ни проводящего геля. Нужно всего лишь несколько минут, для того чтобы включить его и установить настройки сигналов. Устройство беспроводное, что дает свободу передвижения, да и к тому же оно стоит всего в несколько сотен долларов. Рассмотрим выражение лица. Выражения можно разбирать почти сразу, сделав тонкую настройку в программе компьютера

на индивидуальные особенности. Учеными был представлен когнитивный пакет, позволяющий манипулировать виртуальными объектами с помощью мысли. Создав свой профиль, испытуемый должен расслабиться, чтобы компьютер смог установить обычное состояние мозга, поскольку каждый мозг индивидуален. Затем, испытуемый выбирает, что он намеревается сделать с объектом, например, (рассмотрим объект квадрат) мы хотим его приблизить. Идея в том, что испытуемый, должен представить в головном мозге, как квадрат приближается к нему. И после нескольких секунд обдумывания, объект начинает приближаться, в это трудно поверить, но это правда.

Программа построена на соотношения с нормой, и по мере того, как пользователь, постепенно свыкается с данной системой, можно добавлять все больше элементов распознавания, чтобы система могла делать различие между отдельными мыслями [3]. А как только этап распознавания будет закончен отдельные мысли можно отображать на любых вычислительных платформах, приложениях или устройствах.

Рассмотрим пару примеров, но потенциал интерфейса этого приложения велик. В играх и в виртуальном мире выражения лица можно естественно и интуитивно использовать для управление аватаром или виртуальным героем. Кроме того, цвет, освещение, звуковые и прочие эффекты могут изменяться согласно эмоциональному состоянию и усиливать ощущения, причем в реальном времени. Рассмотрим приложения созданные учеными со всего мира, с использованием роботов и простых механизмов. Например, игрушечный вертолет, взлетающий от мысли «поднимись». Технологию также можно применить и «интеллектуальном доме». Из системы пользовательского интерфейса поступают команды открыть шторы или закрыть шторы. Конечно, в это трудно поверить, но шторы открываются и закрываются, это невероятно. Также освещение в доме при мысли включить, свет включается и соответственно наоборот. И наконец, приложение с потенциалом изменить образ жизни. К примеру, управление электрической коляской. Каждое выражение лица соответствует своей команде, например, подмигиваем правым глазом, чтобы повернуть направо, левым глазом, налево. Улыбаемся, чтобы двигаться вперед.

В заключение отметим, что разработка нейрокомпьютерного интерфейса достаточно удивительная вещь, ведь при одной мысли человека происходят невероятные вещи, начиная от «открыть окно» и до управления детской коляски. И это лишь только начало потенциальных возможностей, посредством привлечения разработчиков и исследователей со всего мира, можно попытаться сформировать развитие этой технологии.

Библиографические ссылки

1. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Нейрокомпьютерный_интерфейс (дата обращения: 20.12.2014).
2. URL: geektimes.ru/post/189700/ (дата обращения: 19.12.2014).
3. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=7JGvzpMuzbY> (дата обращения: 20.12.2014).

© Васильева В. В., 2015

УДК 681.32.5

**УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФИРМЫ
ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМЫ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»**

О. В. Вайда, Т. А. Савкина
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: olya.27.08@yandex.ru

Раскрыта актуальность использования информационных систем, в частности «1С: Предприятие». Освещены задачи, которые решает система, и перспективы ее использования.

Ключевые слова: ERP, информационная система, платформа 1С: Предприятие, база данных.

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE ENTERPRISE IN THE IMPLEMENTATION
OF THE SYSTEM “1С: ENTERPRISE”**

O. V. Vajda, T. A. Savkina
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: olya.27.08@yandex.ru

In this article, the authors revealed the relevance of the use of information systems, in particular “1С: Enterprise”. Also, the authors identified the tasks to be solved by the system, and prospects.

Keywords: ERP, information system, platform 1С: Enterprise, database.

В современном мире для многих предприятий стало жизненно важно оптимизировать непосредственно сами методы управления и организации деятельности предприятия, образующие единую структуру бизнес-процессов. Условия возрастающей конкуренции ставят российские предприятия перед необходимостью использовать всевозможные методы для достижения конкурентных преимуществ. Информационные технологии, позволяющие существенно повысить управляемость предприятия, перестают восприниматься как дань корпоративной моде и привлекают все больше внимания как средства решения бизнес-проблем. Использование полнофункциональной единой системы управления ресурсами компании может дать огромные преимущества предприятию в организации эффективного управления компанией, увеличении скорости реакции на изменения внешней среды, повышении качества обслуживания клиентов.

В последние годы для России характерны бурное развитие информационных технологий и рост интереса к компьютерным системам, способным обеспечить эффективное управление предприятием. Особенно выделяется растущий спрос на интегрированные системы управления. На базе современных компьютерных технологий создано поколение систем управления, именуемое ERP (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия, то есть системы управления ресурсами). ERP-системы – набор интегрированных приложений, которые комплексно, в едином информационном пространстве поддерживают все основные аспекты управленческой деятельности предприятий – планирование ресурсов (финансовых, человеческих, материальных) для производства товаров (услуг), оперативное управление выполнением планов (включая снабжение, сбыт, ведение договоров), все виды учета, анализ результатов хозяйственной деятельности [2].

На рынке нашей страны в достаточно большом объеме представлены системы, работающие с базами данных. К числу ERP-систем можно отнести целый ряд продуктов российских компаний: 1С, БЭСТ, ФРЕГАТ, Лагуна, Парус, Галактика [3].

Однако зачастую небольшие предприятия работают по своей внутренней специфике и с небольшими базами данных. Для такого типа предприятий фирмой «1С» разработана система «1С: Предприятие» которая представляет собой интерпретатор и рабочий конфигуратор (программу), без которого работа системы невозможна – аналог языка BASIC.

Система «1С: Предприятие» предназначена для решения широкого спектра задач автоматизации учета и управления, стоящих перед современными предприятиями. «1С: Предприятие» представляет собой систему прикладных решений, построенных по единым принципам, на единой технологической платформе. Программный продукт может быть адаптирован к любым особенностям учета на любом специализированном предприятии [1].

На базе платформы 1С: Предприятие 8.3 нами было разработано приложение для эффективной оптимизации работы фирмы, занимающейся продажей компьютерной техники. В созданной конфигурации предусмотрено наличие справочников, документов, механизмов учета, отчетов. Тем самым приложение позволяет облегчить и синхронизировать работу сотрудников, а также, отслеживать оставшийся товар, заказы и т. д.

Таким образом, сегодня мы являемся свидетелями того факта, что современная деятельность, и в особенности регулярные деловые операции, немислимы без применения информационных технологий и информационных систем, которые уже ни у кого не ассоциируются с бумагой, пишущими машинками и калькуляторами. На всех уровнях управления бизнесом, начиная со стратегического планирования и заканчивая оперативной деятельностью, менеджерам нужна актуальная, полная и достоверная информация – ведь только основываясь на понимании реальной ситуации со всеми необходимыми деталями, руководители смогут принимать своевременные и правильные решения, что является залогом успеха деятельности фирмы. Такой информационный сервис может быть сегодня обеспечен только комплексом эффективно взаимодействующих компьютерных информационных систем и приложений.

Библиографические ссылки

1. 1С: Предприятие [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1c.ru/rus/products/1c/predpr/why-predpr.htm> (дата обращения: 26.03.2015).
2. Информационные технологии в логистике [Электронный ресурс]. URL: http://car-rec.net/userfiles/it_logistics_erp_aps.pdf (дата обращения: 25.03.2015).
3. Продвижение ERP-систем в России [Электронный ресурс]. URL: <http://kurs.znate.ru/docs/index-162155.html> (дата обращения: 25.03.2015).

© Вайда О. В., Савкина Т. А., 2015

УДК 658.325 004

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ НА ПРИМЕРЕ ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Д. Х. Валеева, Т. В. Решетова
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: diva.ru@mail.ru

Рассмотрены современные корпоративные информационные системы на предприятии и их применение, а также описан опыт создания прикладного решения для эффективного управления бизнес процессами в торговой компании на основе учебной версии платформы 1С: Предприятие.

Ключевые слова: MRP II (Manufacturing Resource Planning); ERP (Enterprise Resource Planning); корпоративная информационная система; платформа 1С: Предприятие.

THE ADVANTAGES OF USING THE DATA APPLICATION 1C: ENTERPRISE FOR EXAMPLE TRADE ORGANIZATION

D. H. Valeeva, T. V. Reshetova
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: diva.ru@mail.ru

In this paper, the authors consider modern corporate information systems in the enterprise and their application, as well as describes the experience of creating application solutions for the effective management of business processes in a trading company based learning platform version 1C: Enterprise.

Keywords: MRP II (Manufacturing Recourse Planning); ERP (Enterprise Resource Planning); corporate information system; platform 1C: Enterprise.

Основной задачей любого предприятия, работающего в условиях рынка, является выпуск продукции, или оказание услуг в целях получения прибыли. В современных условиях успех предприятия на рынке во многом определяется способностью быстро решать задачу сбора, обработки, анализа информации и на этой основе принимать решения. Использование современных компьютерных систем учета и поддержки принятия управленческих решений существенно повышает качество и сокращает сроки решения этой задачи на предприятия [1].

В настоящее время на российском рынке корпоративных информационных систем присутствуют как западные системы, так и системы российских разработчиков, их общее число на рынке достаточно велико и исчисляется десятками. Наиболее известны следующие системы: ERP, SAPR/3, OracleApplication, 1С, «Галактика», «Парус-Корпорация».

Наиболее распространенный метод управления производством и дистрибуции в мире является стандарт MRP II (Manufacturing Resource Planning). MRP II разработан в США и поддерживается американским обществом по контролю за производством и запасами. MRP II – это набор проверенных на практике моделей, а так же процедур управления и контроля, служащих повышению показателей экономической деятельности предприятия [2].

ERP (Enterprise Resource Planning) – методология представляет собой надстройку над MRP, нацеленную на оптимизацию работы с удаленными объектами управления (филиалами предприятия). MRP и ERP системы охватывают большую часть производственного цикла, часть логистического цикла, с точки зрения планирования и управления стоимостью [3].

Но не обходится без существенных недостатков. Информационные «гиганты» лишены гибкости и не готовы к мобильному реагированию на изменения в окружающей среде и появлению новых запросов и изменений позиций потребителей, к тому же стоимость таких систем очень высока, что по силам только крупномасштабному бизнесу.

Помимо крупных предприятий, существуют малые фирмы, которые не имеют возможности приобрести первоклассную ERP-систему, но желающих как можно скорее выйти на конкурентный уровень и занять достойное положение в отрасли. Выходом из ситуации для таких предприятий является лицензионное приобретение системы 1С: Предприятие. Это хорошо известная и ранее зарекомендовавшая себя программа – основа автоматизации деятельности на предприятии. Следует подчеркнуть, что сегодня наиболее актуальным вопросом для многих российских предприятий является модернизация производства, развитие ассортимента продукции, выявления новых каналов сбыта, а также автоматизация необходимых функций и бизнес процессов для повышения эффективности и функционирования. Поэтому программа 1С: Предприятие является одной из оптимальных корпоративных систем, автоматизирующих необходимые функции и бизнес процессы.

Для того чтобы в этом убедиться, нами было разработано прикладное решение для эффективного управления бизнес процессами в компании «Именная ложка» на основе учебной версии платформы 1С: Предприятие. Главное слабое место этой торговой организации – клиентское обслуживание. Главный минус – это медленное обслуживание клиентов, чтобы найти для клиента товар с нужной надписью, необходимо вручную просмотреть имеющийся товар, что занимает большое количество времени, несмотря на его упорядоченное расположение, также минусом является то, что нет возможности распечатать товарный чек, поэтому его приходится писать вручную, что опять же занимает время.

Суть работы заключалась в разработке конфигурации для упрощения учета товара и увеличения скорости обслуживания клиентов на торговой точке. Нами были созданы различные справочники, документы, отчеты, а так же механизмы учета. В результате проделанной работы появилась возможность автоматического учета товара и создания товарного чека, который можно тут же распечатать, добавилась система расчета заработной платы сотрудника, с помощью справочника «Клиенты» появилась возможность формирования клиентской базы. Благодаря отчетам мы можем отслеживать наиболее популярные товары и услуги, выручки продавцов и активность клиентов. Всё это существенно упрощает процедуры учета товара и обслуживания клиентов на предприятии.

Вместе с конфигурацией программа выступает в качестве уже готового программного продукта. В режиме «1С: Предприятие» сотрудники компании могут вести одновременную работу без снижения производительности и ограничения доступа к информации. Такая система управления позволяет максимально быстро реагировать на любые изменения, вести учет товара, развиваться и повышать эффективность работы.

Во время разработки приложения мы ещё раз убедились, что информационное обеспечение на основе платформы 1С: Предприятие имеет относительную простоту технологий, но при этом выполняет все требования автоматизации необходимых функций и бизнес процессов для повышения эффективности и функционирования предприятия. Такое совершенствование своих организационных форм способствует выходу предприятия на конкурентный уровень и помогает занять достойное положение в отрасли.

Библиографические ссылки

1. Зеленков А. В., Латкин М. А. Автоматизированные системы управления предприятием // [Электронный ресурс]. URL: <http://k502.xai.edu.ua/lib/upos/asup.pdf> (дата обращения: 03.04.2015).
2. Балахонова И. В. Волчков С. А. Капитуров В. А. Обухов И. А. Румянцев С. В. Стандарт MRP II [Электронный ресурс]. URL: http://bigor.bmstu.ru/?cnt/?doc=020_ERP/erp103.mod/?cou=Default/AIS.cou (дата обращения: 05.04.2015).
3. Яснев В. Н. Информационные системы и технологии в экономике. М. : Юнити-Дана. 2008 [Электронный ресурс]. URL: <http://economy-ru.com/sistemyi-ekonomike-informatsionnyie/sistema-galaktika-25319.html> (дата обращения: 03.04.2015).

© Валеева Д. Х., Решетова Т. В., 2015

УДК 004.4

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫРУЧКИ РЕСТОРАНОВ ТИПА ФАСТ ФУД С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

С. И. Волкова

Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: s-volkova@mail.ru

Вопросы прогнозирования стоимостных показателей (выручка, прибыль, затраты и др.) всегда занимают руководство организации, ее акционеров и потенциальных инвесторов. В настоящее время на фоне развития информационных технологий данный вопрос стоит гораздо острее. Руководство организации хочет видеть как можно более точные прогнозы, но средств для этого почти нет. Предлагается простое программное приложение для прогнозирования выручки в ресторанах типа фаст фуд.

Ключевые слова: выручка, программное приложение, информационные технологии.

FORECASTING REVENUE IN RESTAURANTS FAST FOOD TYPE WITH THE HELP OF INFORMATION TECHNOLOGY

S. I. Volkova

Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: s-volkova@mail.ru

The issues of forecasting value indicators (revenue, profit, cost, etc.) always take the leadership of the organization, its shareholders and potential investors. Currently the background of the development of information technologies the question is much sharper. Management wants to see a more accurate predictions, but the means to do so almost there. In this work, a simple software application to predict revenue in restaurants Fast food type.

Keywords: revenue, a software application, information technology.

Самым важным показателем для любого ресторана является выручка. В ходе анализа было выявлено, что ее можно рассчитать с помощью математической модели, имитационного моделирования, экспоненциального сглаживания и многими другими методами. Все эти методы требуют от управленцев специальных знаний и навыков. Мною не было обнаружено какого-то простого способа прогнозирования, не требующего подготовки.

В данной работе предлагается простое программное приложение для прогнозирования выручки ресторана типа фаст фуд для любого среднестатистического менеджера без специальной подготовки.

Ежедневная выручка подобных ресторанов при внутренних равных условиях напрямую зависит от следующих внешних факторов:

- время года;
- день недели;
- температура воздуха;
- наличие каких-либо осадков;
- праздники;
- акции в ресторане;
- акции в ресторанах-конкурентах, находящихся поблизости.

Ежедневно менеджер ресторана заносит в предлагаемое приложение выше перечисленные статистические данные. Для того чтобы спрогнозировать выручку на следующий день, нужно всего лишь туда ввести нужные время года, день недели, прогноз погоды, наличие праздников, акций в собственном ресторане и ресторанах-конкурентах. Приложение обрабатывает полученные данные, сравнивает их с фактическими данными, введенными ранее, и из похожих или совпадающих по показателям дней выбирает среднее значение выручки. Точность подобного прогнозирования зависит от количества введенной в приложение фактической информации, чем больше ее, тем точнее результат.

На примере сети ресторанов «Big Yorker» в городе Красноярске, в которых было внедрено данное приложение, можно сказать, что оно довольно эффективно. В данных ресторанах и ранее собиралась в простой электронный отчет вся статистическая информация, но прогнозы по ней делались «на глаз», без применения каких-либо математических методов. С внедрением предложенного приложения менеджеры ресторана могут делать гораздо более точные прогнозы выручки сроком до недели, что позволяет делать более корректные заявки на продукты. За месяц использования вышеописанного приложения в шести ресторанах сети удалось уменьшить остатки на складах в среднем на 25–30 тыс. рублей и избежать нехватки продуктов. Данный факт, несомненно, позволил избежать эффекта «мертвых затрат» и тем самым увеличить чистую прибыль ресторанов, что доказывает эффективность предложенного мною приложения [1–4].

На следующем этапе исследования планируется добавить в приложение прогнозирование таких наиболее важных показателей, как наполняемость чека (количество блюд в нем) и средний чек (общая выручка, деленная на общее количество чеков).

Библиографические ссылки

1. Кузнецов В. Д., Трегуб И. В. Математическое моделирование динамики экономических показателей (на примере выручки IT- компании) // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/113-10977> (дата обращения: 03.02.2015).
2. Прогноз продаж [Электронный ресурс]. URL: <http://orange-finance.ru/article/96-prognoziruem-prodazhi> (дата обращения: 03.02.15).
3. Губинова Т. В. Применение экспоненциального сглаживания для прогнозирования выручки [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум : материалы VII Междунар. студ. электрон. науч. конф. URL: <http://www.scienceforum.ru/2015/928/7499> (дата обращения: 03.03.2015).
4. Шиверская М. Г., Савостьянова И. Л. Прогнозирование заключенных договоров бюджетным учреждением // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 398–399.

© Волкова С. И., 2015

УДК 658.325 004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УЧЕТА И БАЗ ДАННЫХ В СТРАХОВОЙ КОМПАНИИ

Л. Е. Воробьева, Н. С. Мерцалов
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Ljubavoro@mail.ru

Рассматривается возможность автоматизации финансовой и аналитической деятельности предприятия путем использования информационной системы на базе платформы 1С: Предприятие.

Ключевые слова: автоматизация, страховая компания, информационная система, платформа, 1С:Предприятие.

THE USE OF 1С:ENTERPRISE FOR THE AUTOMATION OF ACCOUNTING SYSTEMS AND DATABASES IN AN INSURANCE COMPANY

L. E. Vorobieva, N. S. Mertsalov
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Ljubavoro@mail.ru

In this article, the authors considered the possibility of automation of financial and analytical activities of an enterprise through the use of an information system based on 1С: Enterprise.

Keywords: automation, insurance company, information system, platform 1С:Enterprise.

Практически любая современная организация нуждается в базе данных, удовлетворяющей те или иные потребности по хранению, управлению и администрированию данных. Даже самое мощное и функциональное оборудование не сможет работать эффективно, не будучи включено в подходящую программную среду. Именно поэтому к выбору программы для автоматизации управленческих процессов магазина, склада и любого другого предприятия необходимо подойти с особым вниманием.

Руководители компаний в современных условиях часто сталкиваются с проблемой выбора программного продукта, который позволит качественно вести учет деятельности и оперативно получать точную информацию для принятия управленческих решений. Наиболее доступным и распространенным в России является комплекс программ «1С:Предприятие».

Система программ «1С:Предприятие» включает в себя платформу и прикладные решения, разработанные на ее основе, для автоматизации деятельности организаций и частных лиц. Сама платформа не является программным продуктом для использования конечными пользователями, которые обычно работают с одним из многих прикладных решений, разработанных на данной платформе. Такой подход позволяет автоматизировать различные виды деятельности, используя единую технологическую платформу.

Гибкость платформы позволяет применять её как в автоматизации бухгалтерского и управленческого учётов, включая начисление зарплаты и управление кадрами, так и в других областях.

Рассмотрим применение данной программной платформы в автоматизации информационной деятельности страховой компании.

Страховая компания это организационно обособленная структура, которая осуществляет заключение договоров страхования и их обслуживание. Она удовлетворяет страховые интересы, имеющиеся в обществе.

С финансовой точки зрения это форма выражения страхового фонда. Денежные ресурсы страхового фонда являются источником долгосрочного кредитования торговли и промышленности. По принадлежности различают частные, акционерные, взаимные, государственные и муниципальные страховые компании. По характеру выполняемых операций различают специализированные, универсальные, перестраховочные страховые компании и негосударственные пенсионные фонды. По зоне обслуживания так же разделяются на местные, региональные, национальные и международные страховые компании.

Используя возможности программной платформы, мы разработали прикладное решение, состоящее из подсистем, справочников, документов, отчетов и регистров сведений и регистров накопления. Автоматизация процесса страхования позволила нам решить ряд проблем: управление продажами страховых продуктов, портфелем договоров входящего и исходящего перестрахования, финансами, денежными средствами, портфелем договоров прямого страхования, сопровождение договоров, взаиморасчетами по комиссионному вознаграждению с посредниками урегулированием убытков, учет, поступление бланков, бланков строгой отчетности, бланков по договору [1–5].

В состав конфигурации может быть включен состав счетов, организация аналитического, валютного, количественного учета на счетах соответствующих требованиям законодательства по ведению бухгалтерского учета и отражению данных в отчетности. При необходимости пользователи могут самостоятельно создавать дополнительные субсчета и разрезы аналитического учета.

Основное назначение базы данных – представление, а так же модификация информации о клиентах, агентах, видах страхования, страховых случаях и о заключенных договорах. Деятельность страховой компании состоит в формировании денежных фондов на основании договоров с юридическими и физическими лицами, из которых осуществляются выплаты лицам, страхующим денежные средства в обусловленных размерах. Компании работают с очень большим объемом информации, содержащей данные как о клиентах и сотрудниках, так и о перестраховщиках. Для повышения эффективности управления предприятием нужна общая база данных, включающая и регистрирующая всю необходимую информацию. Это является необходимым для автоматизации процесса.

Главное преимущество программного пакета – это масштабируемые возможности настройки под индивидуальные требования каждого предприятия с учетом специфики деятельности предприятия, поэтому многие компании устанавливают программы 1С:Предприятие. Актуальность создания приложения базы данных, как части информационной системы, очевидна – возможность использования базы данных людьми, не знакомыми с IT-технологиями, обеспечение быстрого доступа к информации, хранимой в базе данных, возможность совместного использования базы данных несколькими пользователями, возможность построения отчетов по запросу пользователя.

Библиографические ссылки

1. Корпорация «Галактика» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.galaktika.ru/> (дата обращения: 25.03.15).
2. 1С: Предприятие [Электронный ресурс]. URL: http://v8.1c.ru/info/about_1c.htm (дата обращения: 25.03.15).
3. Информационно-управляющие системы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.anicit.ru/articles/obslugivanie1c/> (дата обращения: 25.03.15).
4. Комплекс программ от фирмы «1С» [Электронный ресурс]. URL: <http://itec39.ru/software/1c> (дата обращения: 25.03.2015).
5. Обслуживание 1С [Электронный ресурс]. URL: <http://www.anicit.ru/articles/obslugivanie1c/> (дата обращения: 26.03.15).

© Воробьева Л. Е., Мерцалов Н. С., 2015

УДК 334

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КВАРТИР В Г. КРАСНОЯРСКЕ

М. В. Воронова, К. М. Титова
 Научный руководитель – Е. Л. Вайтекунене

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: epatsuk@mail.ru

Строится линейная регрессионная модель стоимости квартиры в зависимости от факторов, которые влияют на нее. Количество исследуемых квартир 299 количество факторов – 13. Проводится статистический анализ уравнений. Для ликвидации гетероскедастичности использован обобщенный метод наименьших квадратов. Показано, что на стоимость квартиры влияют: местоположение квартиры, количество комнат, общая площадь, площадь кухни, тип сантехнического узла.

Ключевые слова: линейная множественная регрессия моделирование, стоимости квартиры.

A DESIGN OF COST OF APARTMENTS IS IN KRASNOYARSK

M. V. Voronova, K. M. Titova
 Scientific supervisor – E. L. Vaytekunene

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: epatsuk@mail.ru

The linear regressive model of cost of apartment is built depending on factors that influence on her. Amount of the investigated apartments 299 amount of factors – 13. The statistical analysis of equalizations is conducted. For liquidation of heteroskedasticity the generalized least-squares method is used it is Shown that on the cost of apartment influence: site of apartment, amount of rooms, general area, area of kitchen, type of sanitary engineering knot.

Keywords: linear multiple regression design, costs of apartment.

Собраны исходные данные по 299 квартирам. Данные взяты из базы [1]. Цель работы состоит в выяснении зависимости цены квартиры от факторов влияющих на стоимость квартиры. При выполнении работы использованы статьи и монографии [2–6].

Сначала выявляем главный фактор, определяющий стоимость квартиры.
 Уравнение выглядит так:

$$Y = 62\,955,33 \cdot X_6,$$

где Y – цена; X_6 – общая площадь квартиры.

Из этого уравнения следует, что в среднем квадратный метр жилой площади стоит 62,9 тыс. руб. Анализируя влияние остальных факторов, получаем итоговое уравнение регрессии:

$$Y = 61\,963,33 \cdot X_6 + 101\,673,8 \cdot X_8 - 244\,865 \cdot X_9,$$

где X_8 – площадь кухни; X_9 – тип сан. узла.

Тест Голфелда-Квантда говорит об отсутствии гетероскедастичности.
 Тест Уайта. По этому тесту гетероскедастичность имеет вид

$$e^2 = \alpha X_6^2 + \beta X_6 = 62\,624,3 X_6^2 - 12\,400,7 X_6, \quad (1)$$

Строим новое уравнение.

$$\frac{Y}{e} = a \frac{X_6}{e} + b \frac{X_8}{e} + c \frac{X_9}{e} + \frac{d}{e}, \quad (2)$$

где a, b, c, d – параметры, определяемые методом наименьших квадратов; e – определяется из уравнения (1).

Анализ регрессии по остаткам показал, что остатки построенного уравнения гомоскедастичны, поэтому уравнение (2) можно использовать для моделирования стоимости квартир в г. Красноярске.

Для проведения эконометрического моделирования рынка квартир на основе предложений о продаже квартир была сделана выборка, содержащая 299 наблюдений.

Рассмотрев предложения о продаже квартир в городе Красноярске, построено уравнение, которое можно использовать для моделирования стоимости квартир.

Библиографические ссылки

1. Табаченко О. О., Сенашов С. И., Филюшина Е. В., Томаровская И. В. Квартиры Красноярска 2011. Свид. о гос. регистрации базы данных № 2014620939.

2. Senashov S., Surnina E., Juferova N. Cost estimation of information system of apartments at secondary housing markets as a management investment tool // Vestnik SibGAU. 2009, 5(26), pp. 154–157.

3. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Сурнина Е. В. Информационная система оценки стоимости квартир на вторичном рынке жилья как инструмент управления инвестициями // Вестник СибГАУ. 2009. Вып. 4(25). Ч. 1. С. 219–223.

4. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Грошак Е. В. Моделирование стоимости жилья в г. Красноярске / СибГТУ. Красноярск, 2007. 204 с.

5. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю. Актуальное моделирование стоимости недвижимости в Красноярске // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 2(48). С. 86–91.

6. Вайтекунене Е. Л. Оценка стоимости земельных участков за 2011–2012 гг. // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 2. С. 30.

© Воронова М. В., Титова К. М., 2015

УДК 004.9:330

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В КАЧЕСТВЕ ГЛАВНОГО СПОСОБА ЗАЩИТЫ ДАННЫХ

Е. К. Гершевич
Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: katy-gera@mail.ru

Рассмотрена основная концепция и функциональные возможности новейших разработок в сфере биометрической аутентификации Windows Hello и Microsoft Passport, представленные корпорацией Microsoft.

Ключевые слова: биометрическая аутентификация, защита данных, Windows Hello, Microsoft Passport.

USING TECHNOLOGIES OF BIOMETRIC ORIENTATION AS THE MAIN WAY OF DATA PROTECTION

E. K. Gershevich
Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: katy-gera@mail.ru

Reviewed the basic concepts and functionality of Windows Hello and Microsoft Passport – the latest developments in the field of biometric authentication, provided by Microsoft.

Keywords: biometric authentication, data protection, Windows Hello, Microsoft Passport.

Биометрические системы аутентификации – системы аутентификации, использующие для удостоверения личности людей их биометрические данные. В настоящее время широко используется большое количество методов биометрической аутентификации, которые делятся на статические (аутентификация по отпечатку пальца, по радужной оболочке и сетчатке глаза, по геометрии лица и руки, по термограмме лица) и динамические (аутентификация по голосу и рукописному подчерку).

Статические методы биометрической аутентификации основаны на физиологических характеристиках человека, присутствующих от рождения и до смерти, находящиеся при нём в течение всей его жизни, и которые не могут быть потеряны, украдены и скопированы. В то же время динамические методы биометрической аутентификации основываются на поведенческих характеристиках людей, которые основаны на характерных для подсознательных движениях в процессе воспроизведения или повторения какого-либо обыденного действия [1].

С постоянным развитием компьютерных технологий все больше специалистов отдают предпочтение не традиционным способам идентификации пользователей, а более современным и изощренным, таким как биометрическая аутентификация. Это подтверждается появлением новой функции Windows Hello, анонсированной корпорацией Microsoft.

Функция Windows Hello позволяет получить доступ к вашему устройству путем сканирования лица, радужной оболочки или отпечатков пальцев, заменяя PIN-код или пароль. Для распознавания пользователя будут использоваться различные биометрические сенсоры – в случае с отпечатком пальца будет использован специальный сканер, а если речь идет о радужной оболочке глаза или лице, ряд программных и аппаратных комплексов, таких как камеры Intel RealSense 3D, позволит исключить случаи использования фотографий или имитации реальных пользователей. В частности, камеры

будут использовать данные сенсора в инфракрасном спектре, а сканер сетчатки глаза сможет аккуратно распознать пользователя в различных условиях освещения.

В то время как большинство современных машин не сможет использовать функцию распознавания лиц Windows Hello, Microsoft будет поддерживать существующие считыватели отпечатков пальцев. Однако новые персональные компьютеры, созданные на базе операционной системы Windows 10, будут поставляться уже в комплекте с камерами Intel RealSense 3D и специальным сенсором, что позволит осуществлять как распознавание лица или радужной оболочки глаза, так и снятие отпечатка пальца [2].

Наряду с Windows Hello, Microsoft также анонсировала Passport – новую систему, которую приложения и веб-сайты могут использовать для безопасного входа в систему без пароля. Таким образом, пропадает необходимость в хранении паролей или производных данных на стороне сервера, и у хакеров не будет возможности их скомпрометировать даже в случае его взлома. Более того, единожды активировав Microsoft Passport на своем устройстве, пользователь сможет входить без идентификации на все большее количество веб-сайтов.

Windows Hello призвана заменить систему логинов и паролей, которые в настоящее время широко используются для идентификации пользователей. Даже самые сложные пароли могут быть взломаны или украдены, и функция Windows Hello призвана устранить эти недостатки. При этом использование системы Microsoft Passport и функции Windows Hello не будет обязательным – пользователи всегда смогут отказаться от них в пользу более традиционных методов идентификации.

Компания Microsoft четко понимает, насколько важна безопасность биометрических данных, и поэтому данные пользователей будут сохранены только на их устройстве и не будут переданы третьим сторонам – к тому же использоваться они будут только для разблокировки устройств и активации системы Microsoft Passport. Чтобы добиться надлежащего уровня безопасности, Microsoft никогда не передает изображения отпечатков или радужной оболочки глаз через Интернет, используя вместо этого асимметрично зашифрованные ключи для удаленной аутентификации пользователей [3].

Подводя итог, можно сказать, что данные разработки, несомненно, будут пользоваться спросом у корпоративных структур, чья деятельность строго формализована и для которых большое значение имеет конфиденциальность информации и деловая репутация. Такими организациями могут выступать различные оборонные ведомства, финансовые организации, организации здравоохранения, а также многие другие.

Библиографические ссылки

1. Биометрическая аутентификация и биометрические системы аутентификации [Электронный ресурс] // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%C1%E8%EE%EC%E5%F2%F0%E8%F7%E5%F1%EA%E8%E5_%F1%E8%F1%F2%E5%EC%FB_%E0%F3%F2%E5%ED%F2%E8%F4%E8%EA%E0%F6%E8%E8/ (дата обращения: 01.04.2015).
2. Биометрическая аутентификация Windows Hello. [Электронный ресурс] // ИТ онлайн-журнал. URL: http://www.npsod.ru/blog/market_news/7864.html/ (дата обращения: 01.04.2015).
3. Система идентификации пользователя Windows Hello. [Электронный ресурс] // Программы для обеспечения компьютерной безопасности. URL: http://www.comss.info/page.php?al=Windows_10_Hello/ (дата обращения: 01.04.2015).

© Гершевич Е. К., 2015

УДК 004.031.2

СРАВНЕНИЕ CRM-СИСТЕМЫ В АЛЬФА-БАНКЕ И БИН-БАНКЕ

О. Ю. Губанова
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: gubanova.olechka@mail.ru

Рассматривается внедрение CRM-системы SalesLogix в двух различных банках, основные преимущества и модули системы, результаты работ двух банков после внедрения.

Ключевые слова: CRM-система, SalesLogix, Альфа-банк, БИН-банк.

COMPARISON OF CRM-SYSTEMS IN ALFA-BANK AND BIN-BANK

O. Y. Gubanova
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: gubanova.olechka@mail.ru

Describes the implementation of a CRM SalesLogix in two different banks, the main advantages and modules of the system, the results of the two banks after implementation.

Keywords: CRM, SalesLogix, Alfa-Bank, BIN-Bank.

SalesLogix – CRM-система для среднего и малого бизнеса. Она позволяет существенно поднять уровень организации работы за счет внедрения эффективных методик управления временем, отношениями и информацией. Эта CRM система используется в более чем 4600 организациях по всему миру, и лидирует на российском рынке по числу инсталляций. CRM-система SalesLogix является решением, полностью локализованным и адаптированным для России. Благодаря своей модульной структуре эта CRM-система является гибкой и легко настраиваемой [4].

Основными преимуществами системы SalesLogix являются:

- быстрый возврат инвестиций (ROI);
- простота в использовании;
- модульное масштабируемое построение, т. е. может «расти» вместе с организацией;
- легкость и быстрота настройки;
- превосходство над аналогичными продуктами по критерию цена/качество.

Для детального изучения SalesLogix-системы, мы рассмотрим два разных банка. Это Альфа-банк и БИН-банк. Благодаря тому, что размеры банков значительно отличаются, будут легче просматриваться как отличия, так и сходства, а также эффективность внедрения этой CRM-системы.

Для начала рассмотрим БИН-банк. В БИН-банке необходимость внедрения CRM осознали в процессе реструктуризации клиентского бизнеса. Важной составляющей деятельности контактного центра БИНБАНКа является используемая в банке CRM-система, которая позволяет максимально автоматизировать процессы, заменив разобщенные информационные векторы единым инструментом, создав тем самым центр, интегрирующий опыт и историю взаимоотношений с клиентами. Так, интеграция CRM-системы с интеллектуальной системой телефонии позволила банку выстроить систему правильной маршрутизации и автоматического распределения вызовов, в том числе на специалистов нужной квалификации.

Результаты внедрения CRM – системы в БИН-банке:

- за 9 месяцев после внедрения SalesLogix CRM эффективность продаж выросла на 60 %. Кроме того, использование решения позволило поддержать рост количества выданных ипотечных кредитов за 9 месяцев более чем в 9 раз;

- внедрение SalesLogix CRM позволило «БИН-банку» «высвободить» 122 сотрудника при тех же объемах кредитных заявок, заняв их в решении других задач по обслуживанию клиентов;
- кардинально изменилась работа с кредитными досье, существенно повысилась эффективность и скорость обслуживания клиентов;
- CRM-система интегрирована с контакт-центром и основной банковской системой. К традиционному телефонному звонку добавились дополнительные функции: автоматическое голосовое (IVR) и SMS-информирование. Настроен обмен данными с ранее внедренной специалистами «Крок» интеграционной шиной на базе IBM WebSphere;
- появилась возможность закрепления оператора за счетами определенного клиента в соответствии с уровнями просрочки, продуктами и филиалами;
- создана единая база данных по всем кредитным и депозитным продуктам банка;
- появилась возможность оперативно передавать информацию о клиентах в коллекторские агентства, а также анализировать эффективность сбора просроченной задолженности и маркетинговых мероприятий [3].

Благодаря развертыванию CRM-системы руководство банка теперь обладает инструментом, с помощью которого можно получать измеряемую оценку эффективности подразделений продаж. Больше того, как отмечает Е. С. Бернштам, первый заместитель председателя правления, «внедрение комплексной CRM-системы SalesLogix в банке позволяет усилить результаты структурирования бизнеса. В частности, для продажи банковских продуктов крупным, средним и розничным клиентам введены существенно дифференцированные технологии. Работа с крупными корпорациями требует индивидуального, гибкого подхода и постоянного внимания персонального менеджера, в то время как в массовых продажах продуктов розничным клиентам, большую роль играет регламент, дающий алгоритм оперативного решения стандартных задач и ответы, на любые возникающие у клиента вопросы» [3].

Далее для сравнения рассмотрим Альфа-банк. Результаты внедрения CRM-системы SalesLogix в Альфа-банке:

- CRM-система SalesLogix интегрирована с центральной информационной системой банка. Это позволяет менеджерам продаж оперативно получать доступ к информации о финансовом положении клиентов, чтобы использовать ее при выработке решений. Кроме того, CRM-система состыкована с другими оперативными системами, в том числе с реализованной на базе Lotus Notes системой документооборота банка;
- с вводом в эксплуатацию системы SalesLogix у банка появилась возможность накапливать информацию, получаемую в процессе ведения продаж, и всесторонне анализировать ее, чтобы лучше понимать и удовлетворять потребности своих клиентов, повышая их лояльность. По мнению аналитиков банка, уже к концу года информации, накопленной с момента ввода системы в эксплуатацию, будет достаточно, чтобы начать ее эффективный анализ;
- SalesLogix обеспечил консолидацию информации «вокруг клиента», упростил управление большим объемом заданий при полной индивидуализации работы с клиентами, автоматизировал рутинные и отчетные действия продавцов и менеджмента;
- кроме того, CRM-система существенно повысила прозрачность и управляемость процессом продаж;
- действия сбытовых подразделений по отношению к различным клиентам стали дифференцированы, а менеджеры стали больше общаться с клиентами и тщательнее продумывать стратегию и тактику ведения сделок;
- кроме того, успешно решаются проблемы конкуренции продающих подразделений и с большей вероятностью прогнозируются финансовые результаты работы продавцов [2].

После рассмотрения CRM-системы SalesLogix в Альфа-банке и БИН-банке, можно сделать следующие выводы:

- создано единое хранилище данных о клиентах;
- достигнуто удобство использования, «одно окно» для сотрудника, а также повышена эффективность оперативной работы сотрудников;
- автоматизированы: процессы взаимодействия между подразделениями, предоставления услуг;
- охвачены все кредитные продукты;
- создана библиотека документов Управления [1].

В числе преимуществ использования SalesLogix CRM руководство банка «Альфа-банк» выделяет обеспечение выполнения операций, связанных с продажами, поддержку процесса приобретения и удержания клиентов, сокращение времени, затрачиваемого на административные задачи. Внедрение такой системы в небольшие коммерческие банки, такие как БИН-банк, помогает решать возможности аналитической, оперативной и кооперативной работы, которые способствуют улучшению и поддержанию продолжительных отношений с клиентами.

Библиографические ссылки

1. Журнал «Банковское обозрение». 2006. № 6, внедрение в Национальной ипотечной компании (БИНБАНК РФ) // Рейтинговое агентство «Эксперт РА», внедрение в кредитном брокере «Фосборн Хоум» (дата обращения: 19.12.2014).
2. CNEWS Аналитика. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cnews.ru/reviews/free/hardnsoft/soft/consult.shtml> (дата обращения: 19.12.2014).
3. CRM наперевес [Электронный ресурс]. URL: <http://www.marketer.ru/management/pm/crm-napereves> (дата обращения: 19.12.2014).
4. Андерсон К. Менеджмент, ориентированный на потребителя: CRM технологии как основа новых отношений с клиентом. 2003. С. 345 (дата обращения: 19.12.2014).

© Губанова О. Ю., 2015

УДК 002.66

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СЭД И ИХ РЕШЕНИЯ

Т. А. Девайкина
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: tanya9202@mail.ru

Рассматривается актуальная проблема автоматизации документооборота на предприятии, проблемы, связанные с внедрением СЭД и их решение.

Ключевые слова: СЭД, человеческий фактор, фактор руководства, объективные факторы.

IMPLEMENTATION CHALLENGES AND SOLUTIONS EDS

T. A. Devaykina
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: tanya9202@mail.ru

This paper considers the actual problem of workflow in the enterprise, the problems associated with the implementation of the SED and their solution.

Keywords: EDS, the human factor, the factor of leadership, objective factors.

В связи с очень быстрым развитием технологий и их повсеместным внедрением, электронный документооборот занимает наиболее высокую позицию по сравнению со своим бумажным аналогом. С каждым днём растут объёмы используемых в современном мире документов. Конечно, полностью отказаться от бумажных документов не удастся никогда, однако, по мнению экспертов, опытных в этой области, преобладать всё же будет использование электронных вариантов.

По мнению аналитиков, мировой рынок электронного документооборота увеличивается примерно на 20 % в год, но при всём этом постоянно появляются новые системы, готовые предоставлять всё больше удобных услуг. На сегодняшний день системы электронного документооборота внедряются повсеместно. Они имеют большой ряд преимуществ, по сравнению с работой с бумажными документами, например, наличие электронного архива.

Среди общих проблем внедрения систем документооборота выделяют:

- человеческий фактор;
- фактор руководства;
- объективные факторы (структурная чехарда и отсутствие документооборота).

К человеческому фактору напрямую, относится консерватизм сотрудников. Особенностью систем электронного документооборота (СЭД) является то, что система должна быть внедрена на всех рабочих местах сотрудников, связанных с созданием, обработкой, редактированием информации и ее хранением, иначе эффективность от использования системы будет минимальной. Такая особенность и выявляет одну из основных проблем внедрения СЭД: в каждой организации найдутся люди, не стремящиеся к чему-либо новому. Консерватизм сотрудников обычно объясняется нежеланием обучаться новым технологиям. Эта проблема заводит весь процесс внедрения в тупик. В частности, это касается организаций с консервативной кадровой политикой, где даже руководитель, не свободен в обновлении кадров.

Разрешать данную проблему можно по-разному, но в первую очередь необходима работа с людьми. Зачастую требуется персональный подход к каждому человеку с учетом его возрастных, профессиональных и личных особенностей.

Для облегчения такого перехода необходимо, во-первых, сделать его постепенным. Например, внедрить сначала только электронную почту. Затем, построив простую интранет-систему, учить сотрудников организации пользоваться поиском необходимых им справочных материалов на внутреннем интранет-сервере. Лучше, если средства доступа к информации и электронная почта будут изначально являться частями будущей СЭД. В среде LotusNotes указанные компоненты содержатся в базовой поставке, поэтому ее внедрение предоставляет определенное преимущество.

Во-вторых, на подготовительном этапе необходимо найти сторонников, которые смогут помочь отстающим, освоить новую технологию работы. Эти люди должны быть дружелюбны и иметь желание помогать другим легче осваивать то, что сами они уже знают. По этому принципу должны быть организованы курсы обучения сотрудников. Чтобы не возникли дополнительные проблемы, курсы должны быть добровольными. При правильном подходе к организации курсов, люди, пришедшим по своей воле, будут увлечены, чтобы получить новые знания. При массовом внедрении следует сделать обучение обязательным, но к этому времени у людей уже появится интерес и будет определенная информация, которую они получают от тех, кто прошел обучение первым [1].

Фактор руководства является самым важным. Одной из причин недоверительного отношения к внедрению систем электронного документооборота руководителя организации является боязнь прозрачности собственной деятельности, как для руководства, так и для подчиненных. Ещё существует фактор директора советского типа – неумение и нежелание самому работать с компьютером, редактировать и просматривать документы. Такой тип руководителей предпочитает иметь дело с живыми людьми, а не с документами, которые нужно перечитывать и вникать в них. В настоящее время таких руководителей становится все меньше. Решением такой проблемы будет – убедить своего руководителя и сделать его сторонником внедрения СЭД.

Если объективные факторы не будут учтены на этапе планирования внедрения, в дальнейшем они могут оказаться непреодолимыми. Постоянные структурные изменения в организации, так называемая структурная чехарда, являются одним из сложнейших для преодоления факторов. Следствием этого является слабая формализация бизнес-процессов. Если система электронного документооборота уже внедрена, то она способна значительно упростить реализацию подобных структурных изменений. Существование в организации СЭД помогает избежать сложностей, возникающих при передаче больших объемов информации на бумаге из одного подразделения в другое.

Во всяком случае, всё сказанное не значит, что внедрение СЭД в таких случаях совсем невозможно. Просто нужно внедрять только компоненты системы, адекватные данному состоянию организации. Очень важно найти проверенную компанию, партнера по внедрению СЭД, которая настроена на долгосрочное сотрудничество, а не на единовременный контракт с максимальной прибылью. Также желательно, чтобы выбранная система была модульной, которая будет допускать наращивание функционала в процессе использования.

Если в организации совсем отсутствует документооборот, даже бумажный, то существуют свои преимущества. В первую очередь – отсутствие необходимости кого-либо переучивать. В этом случае существует простое решение – запускают пилотный проект. Для начала анализируют деятельность организации и выявляют проблемные участки, которые больше всего страдают от отсутствия формализации в ведении документов. После успешного внедрения пилотного проекта имеется поддержка руководителей подразделений. Когда становится известно, что делать, есть явно довольные работой с системой руководители подразделений и составлена подходящая смета расходов на реализацию СЭД руководство может смело принимать решение о внедрении [2].

Еще одной проблемой является необходимость обеспечения юридической силы электронных документов. Но чем дальше, тем чаще эта проблема может решаться как обычная организационно-техническая задача. Благодаря тому, что наконец-то принят закон, регулирующий использование электронной цифровой подписи (ЭЦП), стало возможным придание электронным документам юридического статуса.

На самом деле понятие электронной подписи как аналога обычной подписи в законодательстве уже существовало. Такая ситуация позволяла использовать электронную подпись при условии, если подписан договор между сторонами, оговаривающий все условия применения ЭЦП. Благодаря этому в российской практике существуют примеры реального использования ЭЦП, например, в межбанковском обмене электронным документам юридического статуса.

Для некоторых видов производства, в особенности при интеграции с АСУ, требуется поддержание достаточно высокого уровня оперативности работы системы и ее отказоустойчивости.

Как для любой автоматизированной системы, эффект от СЭД делится на две части:

- прямой эффект от внедрения системы, связанный с экономией средств на материалы, рабочее время сотрудников и т. д.;
- косвенный эффект, связанный с теми преимуществами для функционирования организации, которые дает СЭД (прозрачность управления, контроль исполнительской дисциплины, возможность накопления знаний и др.) [3].

В заключение можно сказать, что несмотря на проблемы внедрения, рассмотренные выше, СЭД находят все более широкое применение именно потому, что эффект от них измеряется не прямой экономией ресурсов, а повышением качества работы организации. Для коммерческих предприятий это – фактор выживания, для ведомств и государственных структур – возможность более эффективно решать государственные задачи, реализовать возможность оперативного взаимодействия с различными субъектами и между ведомствами. При условии внедрения таких систем государственное управление станет более прозрачным, информативным и оперативным. Из всего спектра технологий, применение которых в рамках структур государственного управления уже назрело, системы электронного документооборота являются одними из ключевых.

Библиографические ссылки

1. Мировой рынок систем электронного документооборота [Электронный ресурс]. URL: <http://citforum.ru/consulting/docflow/market/article1.8.2002488.html> (дата обращения: 20.12.2014).
2. Внедрение СЭД [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infars.ru/catalog/vnedrsed/> (дата обращения: 20.12.2014).
3. Внедрение систем электронного документооборота: проблемы и решения [Электронный ресурс]. URL: http://www.iteam.ru/publications/it/section_64/article_2687/ (дата обращения: 20.12.2014).

© Девайкина Т. А., 2015

УДК 334

АНАЛИЗ ПРЕДЛОЖЕНИЯ КВАРТИР НА РЫНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ В КРАСНОЯРСКЕ В 2011 ГОДУ

О. В. Дедюрина, В. С. Банова, Д. С. Киселева
Научный руководитель – Е. Л. Вайтекунене

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: epatsuk@mail.ru

Выполнен анализ предложения квартир на рынке недвижимости в Красноярске в 2011 году. На основе анализа построена модель зависимости жилья от факторов в линейном виде. Для проверки остатков на гетероскедастичность были проведены тесты Голдфелда–Куандта и тест ранговой корреляции Спирмена.

Ключевые слова: моделирование стоимости квартиры, линейная множественная регрессия, моделирование стоимости квартиры.

ANALYSIS OF SUGGESTION OF APARTMENTS AT THE PROPERTY MARKET IN KRASNOYARSK IN 2011

O. V. Dedyurina, V. S. Banova, D. S. Kiseleva
Scientific supervisor – E. L. Vaytekunene

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: epatsuk@mail.ru

The analysis of suggestion of apartments is in-process executed at the property market in Krasnoyarsk in 2011. On the basis of analysis the model of dependence of accommodation is built from factors in a linear kind. For checking of bits and pieces for гетероскедастичность the tests of Голдфелда- Куандта and test of grade correlation of Спирмена were conducted.

Keywords: design of cost of apartment, linear multiple regression, design of cost of apartment.

По оценкам специалистов, рынок недвижимости Красноярска в 2011 году можно охарактеризовать как стабильный, все более набирающий обороты после кризиса: застройщики активно возводили новые дома, банки предлагали интересные ипотечные программы, что позволило населению более активно вести себя на рынке. Цены на недвижимость за год выросли, но рост проходил плавно, без каких-либо скачков и резких изменений. В целом, 2011 год выгодно отличался от предшествующих.

Первый квартал текущего года ознаменовался, во-первых, активностью покупателей и продавцов, во-вторых, увеличением спроса на ипотечное кредитование, в-третьих, ростом средней цены предложения, как на вторичном, так и на первичном рынке. Средняя цена предложения за один квадратный метр на вторичном рынке выросла на 18 % к аналогичному периоду 2010 года. В то же время средняя цена сделки за один квадратный метр ниже на 3 % средней цены предложения.

На конец марта средняя цена предложения за 1 квадратный метр на вторичном рынке жилья составила 46 592 рублей, что на 1 % выше этого же показателя на начало месяца. Средняя цена по районам города распределилась следующим образом [5]: Центральный – 49 100, Советский – 47 502, Железнодорожный – 42 185, Октябрьский – 48 808, Свердловский – 47 267, Кировский – 46 355, Ленинский – 39 319 (см. рисунок).

Рост показателей отмечен во всех районах. Заметней всего цена выросла в микрорайонах Взлетка, Северный, Иннокентьевский, Копылова, Ветлужанка, Предместная, Пашенный, Первомайский. Это районы, где представлено жилье новой планировки. «Веерный» рост коснулся и квартир небольшой площади, гостиничного типа и хрущевок. Рост обусловлен высоким спросом на новое

жилье и квартиры в диапазоне цен от 1 200 тыс. рублей до 1 800 тыс. рублей, т. е. квартиры небольшой площади. Кроме того, отмечено, что к концу марта число конкурентных предложений на рынке вторичного жилья несколько уменьшилось, многие продавцы решили отложить продажу, заметив рост цены.



Динамика средней цены предложения за 1 кв.м. на вторичном рынке

Спрос формировался на 1, 2-комнатные квартиры новой планировки в домах экономкласса. Спрос на это жилье сохраняется, при этом число конкурентных предложений несколько снижается. Срок экспозиции предложений подобного типа жилья составляет в среднем 45 дней.

Несколько парадоксальная ситуация сложилась на рынке первичного жилья, а именно, цены на квартиры в новостройках (в том числе на нулевом цикле) зачастую выше, чем на вторичном рынке. Средняя цена по городу за квадратный метр в новостройках (типовое жилье) составляет 42 552 рубля, при всем при том, что цена колеблется в пределах от 3 000 до 70 000 рублей, в зависимости от степени готовности дома, материала стен и месторасположения (см. таблицу)

Средняя цена по городу за квадратный метр в новостройках

БСМП – 44 693	Взлетка – 47 886	Предмостная – 38 452
Ветлужанка – 47 607	Северный – 41 139	Цирк – 48 222
ГорДК – 64 993	Краевая больница – 44 641	Спутник – 39 572
Копылова – 44 620	Зеленая роща – 40 170	Первомайский – 36 611
Студгородок – 44 417	Иннокентьевский – 45 059	Станция Енисей – 38 340
Центр – 47 953	Солнечный – 41 118	ДОК – 39 205
Покровка – 40 913	Пашенный – 42 241	Черемушки – 37 106

В ходе выполнения работы были собраны исходные данные по предложению 3118 квартир за 2011 год [4], для выяснения зависимости их стоимости от каких-либо факторов (например, этажность, материал стен, количество комнат и др.). Далее была произведена замена текстовых данных на количественные, то есть каждому микрорайону было поставлено в соответствие число, приведенное в [1].

Анализируя стоимость жилья и основываясь на работах [1–3; 6], было решено строить модель зависимости жилья от факторов в линейном виде.

С помощью корреляции, значения которой равно 0,84 был выявлен главный фактор, от которого зависит стоимость квартиры. Это фактор «Общая площадь квартиры».

Анализ данных показал, что 69,9 % стоимости квартиры определяется ее площадью.

Уравнение регрессии по этому фактору имеет вид

$$Z = -343,83 + 54,99 \cdot X_8. \quad (1)$$

Определение значимых факторов после главного осуществляется двумя способами: методом всех регрессий от двух, трех и т. д. значимых факторов.

В общей регрессии значимыми коэффициентами являются: X_1 – «Комнаты», X_2 – «Ориентир», X_3 – «Этажность», X_4 – «Телефон», X_5 – «Общая площадь», X_6 – «Жилая площадь», X_7 – «Площадь кухни», X_8 – «Плита» (газовая, электрическая), X_9 – «Сан.узел» (совместный или отдельный).

Уравнение имеет вид

$$Y = -10,84 - 492,26 \cdot X_1 + 1,61 \cdot X_2 - 23,96 \cdot X_3 + 124,19 \cdot X_4 + 68,45 \cdot X_5 + \\ + 3,96 \cdot X_6 + 24,54 \cdot X_7 - 104,63 \cdot X_8 - 148,17 \cdot X_9.$$

Для проверки остатков на гетероскедастичность были проведены тесты Голдфелда–Куандта и тест ранговой корреляции Спирмена. Они показали слабую гетероскедастичность, поэтому уравнение (1) может быть использовано в дальнейшем для моделирования стоимости жилья.

Авторы благодарят профессора С. И. Сенашов за постановку задачи и внимание к работе.

Библиографические ссылки

1. Senashov S., Surnina E., Juferova N. Cost estimation of information system of apartments at secondary housing markets as a management investment tool // Vestnik SibGAU. 2009, 5(26), pp. 154–157.
2. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Сурнина Е. В. Информационная система оценки стоимости квартир на вторичном рынке жилья как инструмент управления инвестициями // Вестник СибГАУ. 2009. Вып. 4 (25). Ч. 1. С. 219–223.
3. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Грошак Е. В. Моделирование стоимости жилья в г. Красноярске / СибГТУ. Красноярск, 2007. 204 с.
4. Табаченко О. О., Сенашов С. И., Филюшина Е. В., Томаровская И. В. Квартиры Красноярска 2011. Свид. о гос. регистр. базы данных № 2014620939.
5. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю. Актуальное моделирование стоимости недвижимости в Красноярске // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 2(48). С. 86–91.
6. Вайтекунене Е. Л. Оценка стоимости земельных участков за 2011–2012 гг./ Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 2. С. 30.

© Дедюрина О. В., Банова В. С., Киселева Д. С., 2015

УДК 65.011.56

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПЛАТФОРМЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ

Е. В. Дибина, Е. В. Корнющенко
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: DibinaEV@gmail.com

Автоматизация бизнес-процессов пользуется большим спросом среди российских предприятий и приносит неплохие результаты в самых разных областях деятельности. Технологии автоматизации, применяемые к современным бизнес-процессам, позволяют значительно снизить финансовые и временные издержки любого производства, повысить эффективность принятия управленческих решений, производительность и эффективность деятельности компании.

Ключевые слова: автоматизация бизнес-процессов, управление предприятием, «1С:Предприятие 8.3».

AUTOMATION OF BUSINESS PROCESSES ON THE PLATFORM 1С:ENTERPRISE

E. V. Dibina, E. V. Korniyushchenko
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: DibinaEV@gmail.com

Automation of business processes is in great demand among the Russian enterprises and brings quite good results in the most different spheres of activity. The technologies of automation applied to modern business processes allow to lower considerably financial and temporary expenses of any production, to increase efficiency of adoption of administrative decisions, productivity and efficiency of activity of the company.

Keywords: automation of business processes, business management, “1С:Enterprise 8.3”.

Существует большое число программных продуктов, обеспечивающих автоматизацию. Примерами комплексных интегрированных систем управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятий являются зарубежные программные продукты: БААН (BAAN, США), SAP/R3 (Германия), PLATINUM (США), SCALA (Швеция), MAN/MANX (США), Champion (США) и др., а также ряд отечественных продуктов: «1С: Предприятие» (1С, Россия), БОСС («АйТи», Россия), «Галактика» («Галактика», Белоруссия) и др. Как правило, интегрированные системы обладают схожими чертами и реализуют стандартные базовые функции управления хозяйственным объектом. Все они ориентированы на применение в гетерогенных вычислительных сетях, реализованы на базе архитектуры «клиент – сервер», позволяют вести обработку информации в режиме реального времени большому количеству пользователей, обладают дружественным графическим интерфейсом, обеспечивают интеграцию с другими популярными программными продуктами на уровне обмена данными [1].

Бесспорным лидером на отечественном рынке является Российская фирма «1С», специализирующаяся на разработке, дистрибуции, издании и поддержке компьютерных программ делового и домашнего назначения. Результаты опроса, проведенного на сайте РБК осенью 2014 года, показывают популярность решений 1С среди российских компаний [2]. Более 50 % отечественных компаний, использующих ERP-системы, пользуются решениями компании 1С. Что касается доли системных интеграторов, выраженной не в денежном эквиваленте, а в количественном (по числу реализованных ERP-проектов), то здесь абсолютное лидерство принадлежит партнерам-франчайзи компании «1С», а ее продукт «1С: Предприятие 8» является, по данным TAdviser, наиболее часто используемой в России ERP-платформой.

Тем не менее, для подавляющего большинства представителей малого и среднего бизнеса решения от компании 1С являются слишком дорогостоящими как при покупке, так и в плане обслуживания системы. Платформа 1С очень большая и громоздкая, разработчики 1С в стремлении сделать программу универсальной, добавили в платформу множество самых разных возможностей, которые не всегда могут потребоваться для малой фирмы или предприятия. Кроме того, 1С очень часто обновляется, для устранения всевозможных багов и ошибок в конфигурациях. При этом обновляется каждый раз полностью платформа и/или конфигурация. Естественно, такое решение занимает очень много времени, а если речь идет о конфигурации, то настройки, дополнительные плагины и другие доработки, проведенные программистом, скорее всего придется выполнять заново, что влечет за собой очередные расходы.

На основе данных прайс-листов официальных представителей компании 1С, занимающихся внедрением и автоматизацией прикладных решений 1С, средняя стоимость внедрения и обслуживания малой фирмы, может достигать до 50 тысяч и выше [3].

Таким образом, малому и среднему бизнесу, нуждающимся в автоматизации, в целях экономии бюджета можно создавать конфигурации самим на основе платформы 1С. Примером может послужить созданное нами прикладное решение для небольшой фирмы, оказывающей дорожные строительные работы, на базе платформы 1С версии 8.3.

Разработанная комплексная конфигурация в среде 1С: Предприятие 8.3 поможет решить такие важные задачи, как автоматизация следующих ниже приведённых процессов.

Работа отдела кадров, которая включает в себя учет сотрудников, их квалификацию, стаж работы, занимаемую должность, оклад и детальную информацию о каждом сотруднике (содержит реквизиты табличной части: индивидуальная информация, образование и предыдущий опыт работы). Автоматизированы процессы приема и увольнения сотрудников с детализированием этого процесса с помощью подключенных регистров и отчетов. С помощью запросов был осуществлен процесс вывода печати приказа о приеме утвержденной формы и приказа об увольнении из раздела приема на работу или увольнения. Все движения сотрудников на предприятии детально фиксируются и выводятся в отдельный отчет. В отчете пользователь может вручную выбрать такие параметры, как Дата начала, Дата окончания и должность для формирования итога.

Также был автоматизирован процесс учета материалов и оказания услуг, так как предприятие выполняет большое количество функций, работает с разными поставщиками и клиентами. Для учета всех функций организации были разработаны мультизадачные разделы Учёт материалов и Оказание услуг. Они включают в себя иерархическую систему классификации поставщиков, номенклатуру материалов и готовой продукции, клиентов и исполнителей. Раздел позволяет осуществлять полную автоматизацию работы с материалами и готовой продукцией, благодаря регистрам сведений, цены на материалы и готовую продукцию всегда формируются в соответствии с актуальностью, так как в зависимости от периода могут меняться. Регистры накопления, которые используют в качестве регистраторов сразу несколько документов, отслеживают перемещения, продажи и остатки материалов и созданной продукции сразу на нескольких складах, конвертируя в удобном для пользователя виде требуемое количество материалов для создания требуемого объема смеси и выводят все данные в отчеты. Во всех документах подключена возможность печати чека по запросу пользователя. Механизмы учета, внедренные в документы, отслеживают выручку, продажи и обороты материалов и выводят данные в отчет. Отчеты, в свою очередь, позволяют пользователю в быстром режиме применить различные приемы по отбору и форматированию информации. Например, отчеты автоматически выделяют популярные услуги или непопулярные услуги. Также отдельно отмечаются товары, которые необходимо заказать у поставщика, в случае нехватки на складе.

Механизмы мониторинга раздела оказания услуг позволяют детально вывести такие данные, как рейтинг клиентов, рейтинг услуг, выручку работников, перечень услуг, а также реестр оказанных услуг в виде наглядных диаграмм, графиков, списков. С помощью механизмов перечисления материалы и готовая продукция автоматически сортируются отдельно от оказанных услуг и выводятся в отчет.

Раздел «Расчет зарплаты» автоматизирует все финансовые процессы в организации. Механизмы позволяют вывести в отчет детально прибыль и выручку от реализации услуг, продажи материалов или смесей. Также раздел «Расчет зарплаты» позволяет сформировать виды графиков работ, а также графики работ индивидуально каждому сотруднику или целому отделу с выделением выходных и праздничных дней. Подключенные механизмы расчетов позволяют формировать премии оклад и штрафы за невыход на работу. Регистры начисления и документ начисления сотрудникам позволя-

ют рассчитать зарплату каждому сотруднику на любой период, с учетом начисленного оклада, премией и пересчетом штрафа за возможный невыход на работу. Отчеты начисления и перерасчета позволяют пользователю прямо в самом отчете производить перерасчет зарплаты. Отчеты детализируют даты начисления, а также начисленные премии работникам и итоговую выплату. Раздел «Предприятие» позволяет получить внутреннюю информацию об организационной структуре предприятия, штате сотрудников, парке техники, поставщиков и клиентов, и позволяет ознакомиться с составом и рецептами изготавливаемых смесей.

Таким образом, у нас получилась рабочая конфигурация, которая вполне может заменить предлагаемые готовые решения.

Библиографические ссылки

1. Титоренко Г. А. Информационные системы в экономике. М. : Юнити-Дана, 2008. 463 с.
2. РосБизнесКонсалтинг. Системы автоматизации деятельности предприятий [Электронный ресурс]. URL: http://marketing.rbc.ru/reviews/it-business/chapter_2_1.shtml (дата обращения: 03.04.2015).
3. Первый БИТ. Отраслевые решения для автоматизации производства [Электронный ресурс]. URL: <http://krasnoyarsk.1cbit.ru> (дата обращения: 06.04.2015).

© Дибина Е. В., Корнющенко Е. В., 2015

УДК 330.341.4;330.342;338.33

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО БИЗНЕСА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Т. А. Елизарьева, Е. А. Лаврентьева
Научный руководитель – Е. Л. Вайтекунене

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: lavr-e.a@mail.ru

Рассматриваются особенности ведения электронного бизнеса в современных условиях. Тема работы заключается в изучении ведения электронного бизнеса. Рассматривается задача построения бизнеса в современных условиях рыночной конкуренции.

Ключевые слова: электронный бизнес, современные условия, рынок, особенности ведения.

FEATURES OF CONDUCT OF ELECTRONIC BUSINESS ARE IN MODERN TERMS

T. A. Yelizaryev, E. A. Lavrenteva
Scientific supervisor – E. L. Vaytekunene

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: lavr-e.a@mail.ru

The features of conduct of electronic business are examined in modern terms. The theme of work consists in the study of conduct of electronic business. The task of construction of business is examined in the modern terms of market competition.

Keywords: electronic business, modern terms, market, features of conduct.

Компании, занимающиеся электронным бизнесом, не ограничены в географии и экономят время, что особенно важно в современных условиях. Круглосуточная доступность неограниченному числу покупателей через киберпространство также играет большую роль.

Электронный бизнес – это общий термин, включающий различные бизнес-процессы для интеграции внутренних и внешних связей компании через Интернет. Этот процесс включает в себя создание сайта, удобной навигации, помогающей потенциальным клиентам быстро находить интересующие их продукты и товары, получать скидки и бонусные программы, делающие все возможное, чтобы превратить их в постоянных клиентов компании [1–6].

Электронная коммерция имеет свои отличительные черты и особенности, как положительные, так и отрицательные.

Преимущества электронного бизнеса:

1. Глобальное распространение. Ведение бизнеса в Интернете – один из самых больших плюсов. Фирмы, которые занимаются электронным бизнесом, могут осуществлять свою деятельность, как в своей стране, так и во всем мире.

2. Экономически эффективные маркетинговые и рекламные стратегии. Используя Интернет, покупатель может совершать покупки товаров или услуг по номинальной цене повсеместно. Широко используется стратегия, при которой потенциальный клиент с помощью клика по рекламной ссылке переходит на сайт рекламодателя. Партнерский маркетинг – это способ, с помощью которого клиент направляется на головной сайт благодаря усилиям сайта – филиала, который, в свою очередь, получает компенсацию за свои усилия. Эта схема очень эффективна как в плане охвата целевой аудитории, так и использования рекламного бюджета.

3. Улучшение имиджа компании и повышение конкурентоспособности. Конкурентная стратегия – важная составляющая ведения бизнеса любого предпринимателя.

4. Лучшее обслуживание клиентов. Интернет бизнес повышает качество обслуживания клиентов. Хороший сайт должен предоставлять полную информацию о товаре или услуге. Желательно чтобы ресурс позволял принимать платежи через Интернет, а продукция доставлялась клиенту прямо до дверей его дома [4].

5. Снижение издержек. Сокращение посредников является основным принципом электронной торговли. Сайт должен иметь простые и удобную навигацию, чтобы потенциальный покупатель мог выйти из затруднений любого рода. Должно быть представлено достаточное количество способов оплаты.

6. Снижение накладных расходов. Сокращение расходов на наем персонала, коммунальные расходы, расходы на аренду торгового помещения и пр.

Недостатки электронного бизнеса:

1. Отраслевые ограничения. К примеру, существуют определенные ограничения в продовольственном секторе, на то есть несколько практических причин. Продукты питания относятся к категории скоропортящихся товаров, это является одной из наиболее существенных причин того, что в Интернете не популярны такие продажи. Это сильно ограничивает присутствие продовольственных товаров в Интернете. Потребитель предпочитает покупать продукты не в интернет-магазинах, а в магазинах и супермаркетах. Такие товары как одежда и бижутерия, покупатель предпочитает перед покупкой примерять и пощупать руками, что невозможно сделать в условиях онлайн-продаж. Существует целый ряд ограничений, препятствующий продажи мебели, крупногабаритных товаров и пр.

2. Более существенные затраты для развития электронного бизнеса. Чтобы содержать сайт для онлайн-продаж, часто надо вложить довольно значительные ресурсы в его создание, продвижение, в обучение персонала, в продумывание и оптимизацию логистики и пр.

3. Вопросы, касающиеся безопасности и конфиденциальности. Безопасность от внешних вторжений осуществляют различные программные фильтры. Однако постоянное развитие технологий не дает 100 % гарантии безопасности. Также, клиенты часто боятся открывать различные аккаунты в платежных системах, переводить суммы и т. д. [2].

Кроме того, система электронного бизнеса связана не только с освоением киберпространства, но и с внутренними связями организации. Современные программно-аппаратные комплексы позволяют управлять большим разветвленным предприятием как единым организмом. Такой подход также имеет много весомых преимуществ [5–9].

Подобные системы электронного документооборота уменьшают время затратность на работу с большим количеством бумаг. Отчеты, акты, договора, счета и накладные не перепутаются, если они систематизированы в электронном виде и могут быть легко найдены по дате, названию фирмы-контрагента или типу файла. Автоматизированные системы управления предприятием помогают облегчить работу многих отделов компании. При помощи технологии эти большая часть работы организации становится автоматизированной, оставляя работникам больше времени на стратегическую работу по развитию предприятия. Так что электронный бизнес постепенно вытесняет традиционный подход к делопроизводству, и это – закономерный путь эволюции свободного предпринимательства.

Библиографические ссылки

1. Сухорукова М. В., Тябин И. В. Введение в предпринимательство для ИТ-проектов // Интуит, 2014. 134 с.
2. Минько Э. В., Минько А. Э. Основы коммерции : учеб. пособие. Юнити-Дана, 2012. 512 с.
3. Успенский И. В. Интернет-маркетинг. СПб. : Изд-во СПбГУЭиФ, 2012. 311 с.
4. PRIMIR опубликовала исследования по электронной коммерции // Publish. 2015. № 4.
5. Практические инструменты повышения результативности бизнеса // Управляй будущим. 2014: 231.
6. URL: <https://ru.wikibooks.org> (дата обращения: 07.04.2015).
7. Senashov S. I. Invariant solutions of a three-dimensional ideal plasticity problem // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1980. Т. 21. № 3. С. 417.
8. Senashov S. I., Yakhno A. Mathematical and Theoretical Some symmetry group aspects of a perfect plane plasticity system // Journal of Physics A: 2013. Т. 46. № 35. С. 355–202.
9. Senashov S. I., Yakhno A. Cauchy problem solution for a hyperbolic system of the homogeneous 2-dimensional quasilinear equations // Вестник СибГАУ. 2009. № 4. С. 26–28.

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

А. А. Елистратова, И. С. Коршакевич
Научный руководитель – Д. В. Тихоненко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: elochka_o_o@mail.ru

Рассматривается основной принцип работы 3D-принтера, приводятся технологии 3D-печати, выделяются их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: 3D-печать, технологии, FDM, PolyJet, LENS, LOM, SL, LS, 3DP.

3D-PRINTING TECHNOLOGIES: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES.

A. A. Elistratova, I. S. Korshakevich
Scientific supervisor – D. V. Tikhonenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: elochka_o_o@mail.ru

The main operation principle of the 3D-printer is considered, the 3D-technologies are given, their advantages and disadvantages are marked.

Keywords: 3D-printing, technologies, FDM, PolyJet, LENS, LOM, SL, LS, 3DP.

Трёхмерная печать является одной из самых перспективных инноваций, используемых в современных технологиях проектирования и мелкосерийном производстве. 3D-принтер – это устройство, которое создаёт объёмный предмет на основе виртуальной 3D-модели. В отличие от обычного принтера, который выводит информацию на лист бумаги, 3D-принтер позволяет выводить трёхмерную информацию, т. е. создавать определённые физические объекты. В основе технологии 3D-печати лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдой модели [1].

Все 3D-принтеры используют один и тот же базовый принцип – построение объекта из тонких горизонтальных слоев материала. **Печатающая головка** формирует слои, постепенно выращивая из них объект. Она движется только в горизонтальной плоскости. **Рабочая платформа** служит для размещения объекта при печати, она двигается сверху вниз [2].

Все 3D-принтеры делятся на 2 группы: те, использующие в своем производстве выдавливание или распыление, и те, которые что-то спекают или склеивают.

К первой группе относятся:

- FDM (Fused Deposition Modeling)-принтеры которые выдавливают какой-либо материал слой за слоем через сопло-дозатор. К ним относятся кулинарные принтеры, медицинские, которые печатают «живыми чернилами». Преимущества: высокая точность исполнения прототипа; высокая скорость 3D-печати; возможность использования широкого спектра полимеров; низкая стоимость 3D-печати прототипа [3]. Недостатки: ограничения по допускам размерности 3D-печати; необходимость в постобработке.

- Технология PolyJet: фотополимер маленькими дозами выстреливается из тонких сопел, как при струйной печати, и сразу полимеризуется на поверхности изготавливаемого девайса под воздействием УФ-излучения. Важной особенностью, отличающей PolyJet от стереолитографии, является возможность печати различными материалами. Применение: промышленное прототипирование и медицина. Преимущества: малая толщина слоя (от 16 мкм) и разрешение построения поверхности (до 8000 dpi); возможность многоцветной печати и сочетания материалов с разными свойствами; принтеры могут быть достаточно компактными. Недостатки: для моделей с нависающими или гори-

зонтально выступающими элементами требуются поддержки, которые приходится тем или иным способом удалять; ограниченный выбор материалов для работы.

- LENS (Laser Engineered Net Shaping): материал в форме порошка выдувается из сопла и попадает на сфокусированный луч лазера, часть порошка пролетает мимо, а та часть, которая попадает в фокус лазера, мгновенно спекается и слой за слоем формирует трехмерную деталь. С помощью этой технологии печатают стальные и титановые объекты. Преимущества: высокая прочность; высокое разрешение печати; устойчивость к высоким температурам; не требует создания поддержки, так как сам порошок и служит подушкой в процессе изготовления. Недостатки: значительные затраты энергии; дорогие расходные материалы и оборудование; требуется чистая атмосфера в рабочей камере, часто это вакуум или инертные газы.

- LOM (Laminated Object Manufacturing): тонкие ламинированные листы материала вырезаются с помощью ножа или лазера и затем спекаются или склеиваются в трехмерный объект, т. е. укладывается тонкий лист материала, который вырезается по контуру объекта, на него укладывается следующий лист и т. д. После этого все листы прессуются или спекаются. Таким образом, печатают 3D-модели из бумаги, пластика или из алюминия [4]. Преимущества: возможность полноцветной печати с высоким разрешением по осям X и Y ; доступность и относительная дешевизна главного расходного материала – бумаги; можно создавать довольно большие модели; для моделей с нависающими или горизонтально выступающими элементами не требуется формирование поддерживающих структур. Недостатки: крайне ограниченный набор материалов для создания моделей; толщина слоя всецело зависит от толщины используемого листового материала, из-за чего модель порой получается грубой, а механическая обработка для сглаживания возможна не всегда, поскольку может привести к расслоению; наличие большого количества отходов; избежать этого можно одновременным изготовлением нескольких небольших образцов; всегда требуется финишная обработка, связанная с удалением лишнего материала [5].

Вторая группа включает в себя:

- SL (Stereolithography) Стереолитография. Есть небольшая ванна с жидким полимером. Луч лазера проходит по поверхности, и в этом месте полимер под воздействием УФ полимеризуется. После того, как один слой готов, платформа с деталью опускается, жидкий полимер заполняет пустоту, далее запекается следующий слой и так далее. После печати таким методом, требуется постобработка объекта – удаление лишнего материала и конструкций, которые позволяют поддерживать напечатанную модель, иногда поверхность шлифуют. Преимущества технологии: высокое разрешение печати; можно получать большие модели, размером до $150 \times 75 \times 55$ см и весом до 150 кг; механическая прочность получаемых образцов достаточно высока, они могут выдерживать температуру до 100°C ; наличие мелких элементов; малое количество отходов. Недостатки: ограниченный выбор материалов для изготовления моделей; невозможность цветной печати и сочетания разных материалов в одном цикле; малая скорость печати, максимум 10–20 миллиметров в час по вертикали; очень большие габариты и вес: так, один из SLA-аппаратов 3D Systems ProX 950 весит 2,4 тонны при размерах $2,2 \times 1,6 \times 2,26$ м.

- LS (Laser Sintering) Лазерное спекание. Похоже на SL, только вместо жидкого фотополимера используется порошок, который спекается лазером. Преимущества: широкий спектр материалов, пригодных для использования; позволяет создавать очень сложные модели; скорость в среднем достигает 30–40 мм в час по вертикали; может использоваться не только для создания для мелкосерийного производства. Недостатки: требуются мощный лазер и герметичная камера, в которой создается среда с малым содержанием кислорода; меньшее, чем у SLA, максимальное разрешение; требуется долгий подготовительный этап для прогрева порошка, а затем нужно ждать остывания полученного образца, чтобы можно было удалить остатки порошка; в большинстве случаев требуется финишная обработка [6].

- 3DP (Three Dimensional Printing). На материал в порошковой форме наносится клей, который связывает гранулы, затем поверх склеенного слоя наносится свежий слой порошка, и так далее. На выходе, как правило, получается материал похожий по свойствам на гипс. Используя похожую технологию можно печатать съедобные объекты, например, из сахара или шоколадного порошка. Преимущества: позволяет создавать очень сложные модели без поддерживающих структур; возможность полноцветной печати с высоким разрешением [7]. Недостатки: ограниченное количество материалов, пригодных для использования; в ряде случаев требуется финишная обработка; малая прочность полученных образцов даже после обработки закрепляющим составом.

Трудно выделить ту или иную технологию печати, поскольку на выбор влияют множество факторов: материал, денежные средства, размеры печати. Можно сказать лишь одно, что до недавнего

времени к 3D-печати относились с недоверием до того момента, пока не стало возможным печатать из прочных металлов, таких как сталь и титан. После этого многие разработчики и ученые иначе посмотрели на это устройство [8].

Специалисты уже сегодня с уверенностью говорят о перспективах объемной печати. Применение 3D-печати находит себя в самых неожиданных сферах человеческой деятельности, что ещё раз подчёркивает значимость этой технологии. На сегодняшний день и оборудование, и материалы для 3D-печати имеют достаточно высокую стоимость, однако его серийное производство позволяет систематически снижать цены, делая доступным приобретение 3D-принтера бюджетными пользователями.

Библиографические ссылки

1. Статьи о 3D-принтерах [Электронный ресурс]. URL: <http://3dpr.ru/statyi> (дата обращения: 18.03.2015).
2. Классификация 3D-принтеров (7 технологий 3D-печати) [Электронный ресурс]. URL: <http://geektimes.ru/post/208906/> (дата обращения: 18.03.2015).
3. Как работает 3D-принтер: принцип работы трехмерной печати [Электронный ресурс]. URL: <http://www.techno-guide.ru/informatsionnye-tekhnologii/3d-tekhnologii/kak-rabotaet-3d-printer-printsip-raboty-trekhmernoj-pechati.html> (дата обращения: 18.03.2015).
4. 3D-принтер для печати металлических объектов [Электронный ресурс]. URL: <http://joy4mind.com/?p=12112#ixzz3WYarfJxJ> (дата обращения: 18.03.2015).
5. Изготовление объектов методом ламинирования (LOM) [Электронный ресурс]. URL: <http://3dprofy.ru/izgotovlenie-obektov-metodom-lamin/> (дата обращения: 18.03.2015).
6. 3D-печать для «чайников» или Что такое 3D-принтер? [Электронный ресурс]. URL: http://3dtoday.ru/wiki/3dprint_basics/#.D0.AD.D0.BA.D1.81.D1.82.D1.80.D1.83.D0.B7.D0.B8.D0.BE.D0.BD.D0.BD.D0.B0.D1.8F.D0.BF.D0.B5.D1.87.D0.B0.D1.82.D1.8C2.1 (дата обращения: 18.03.2015).
7. Селективное лазерное спекание (SLS) [Электронный ресурс]. URL: <http://3dpr.ru/selektivnoe-lazernoe-spekanie-sls> (дата обращения: 18.03.2015).
8. Что такое 3D-принтер и что можно на нём напечатать? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aif.ru/dontknows/file/1379601> (дата обращения: 18.03.2015).

© Елистратова А. А., Коршакевич И. С., 2015

УДК 519.866

АНАЛИЗ ЦЕН НА НЕФТЬ НА ВАНКОРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

А. Е. Ерохин

Научный руководитель – Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: filyushina@mail.sibsau.ru

Моделируются цены на стоимость нефти на Ванкорском месторождении за 2007 г. В процессе подбора наиболее подходящей оказалась линейная линия тренда. Все коэффициенты этого уравнения статистически значимы. Уравнение адекватно опытными данным. Остатки гомоскедастичны. Построенная модель позволяет делать прогноз на два месяца с ошибкой не превышающей 3,5 %.

Ключевые слова: моделирование, анализ данных, уравнение регрессии.

ANALYSIS OF THE OIL PRICES ON THE THE VANKOR FIELD

A. E. Erohin

Scientific supervisor – E. V. Filyushina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: filyushina@sibsau.ru

In the article modeled the cost of oil prices at the Vankor field for 2007 In the process of selecting the most suitable was a linear trend line. All coefficients of this equation are statistically significant. Equation adequately the experimental data. Remains homoscedasticity. The constructed model allows prediction for two months with an error not exceeding 3.5 %.

Keywords: modeling, data analysis, regression equation.

Ванкорское месторождение – перспективное нефтегазовое месторождение в Красноярском крае России, вместе с Лодочным, Тагульским и Сузунским месторождениями входит в Ванкорский блок. Расположено на севере края, включает в себя Ванкорский (Туруханский район Красноярского края) и Северо-Ванкорский (расположен на территории Таймырского Долгано-Ненецкого района) участки.

Для разработки месторождения создан вахтовый посёлок Ванкор. С начала реализации проекта «Роснефть» инвестировала в него около пяти миллиардов долларов.

По состоянию на 31.12.2010 суммарные запасы нефти по категориям АВС1 и С2 российской классификации на месторождении составляют 3,5 млрд баррелей (490 млн т), газа – около 74 млрд м³. В 2011 году на месторождении было добыто 15 млн т нефти. Достижение проектной мощности – 70 тыс. т нефти в сутки (порядка 25 млн т в год) – ожидается в 2014 году.

С точки зрения технического освоения по состоянию на август 2009 года согласно данным специалистов «Ванкорнефти» на месторождении было пробурено 88 скважин, 44 из них – эксплуатационные. По состоянию на август 2009 года нефтяники Ванкора добывали 18 тысяч тонн нефти в сутки. Добыча нефти на 2012 год планируется на уровне 18 миллионов тонн против 15 миллионов тонн в 2011 году. Рост добычи будет обеспечен бурением новых скважин с применением передовых методов и технологий разработки. Нефть поступает в нефтепровод «Ванкор-Пурпе» и затем в систему «Транснефти».

В 2010 году планировалась добыча на уровне 12,5 млн тонн нефти (добыто 12,7 млн т), максимальный же уровень ежегодной добычи на месторождении запланирован на 2014 год – примерно 25 млн тонн.

Всего на месторождении будет пробурено 425 эксплуатационных скважин, из которых 307 – горизонтальные. Поставки нефти с месторождения планируется осуществлять на Дальний Восток страны через Восточный нефтепровод. Во второй половине 2009 года был введен в тестовую эксплуатацию 556-километровый нефтепровод Ванкор-Пурпе диаметром 820 мм, связывающий месторождение с магистральным нефтепроводом «Транснефти».

Располагая данными о цене на нефть на временной вариационный ряд цены нефти; построим линии тренда; составим уравнение регрессии; построим графики: частот, остатков, подбора, график частот остатков продажу за 2007 год, проведем анализ этих данных. Исследование основано на работах [1–8].

График частот цен на нефть асимметричен, наблюдается правосторонняя асимметрия, на что указывает соотношение среднего значения цены нефти и медианы – числа, которое делит вариационный ряд данных пополам – средняя цена больше медианы (средняя = 106,00 руб., медиана = 103,63 руб.). Наиболее частая цена за исследуемый период равна 103,63 руб. Цена на нефть за данный период в среднем колебалась от 118 руб. до 103,35 руб.

Коэффициент вариации равен 16,95 % – это означает, что изменчивость вариационного ряда, построенного из цен на нефть по датам, незначительна,

Числовое значение эксцесса равно 1,26, следовательно, кривая распределения частот близка к нормальной кривой распределения и расположена чуть выше неё. Разброс значений исследуемой величины невелик.

С точки зрения экономики линейный тип линии тренда лучше всего подходит для описания экономических данных. Уравнение регрессии имеет вид: $Y_t = 100,3 + 0,0317 \cdot t$, где Y_t – учетная ставка; t – номер дня, анализируемого периода.

Дисперсионный анализ показал, что полученное уравнение регрессии адекватно опытными данными. Выяснили, что коэффициенты уравнения значительно отличаются от нуля и ими нельзя пренебречь в уравнении.

График остатков показывает зависимость остатков от номера дня анализируемого периода. По этому графику можем предполагать о гомо- или гетероскедастичности остатков и о наличии автокорреляции остатков. Автокорреляция остатков означает зависимость остатков от самих себя. В данном случае предположительно существует автокорреляция остатков, так как наблюдается их цикличность.

После анализа остатков выявлена автокорреляция первого порядка. Построенное уравнение скользящего среднего для остатков имеет вид.

$$E_t = 0,99 E_{t-1}.$$

Уравнение регрессии:

$$Y_t = 100,3 + 0,0317t + 0,99 E_{t-1}.$$

Распределение остатков является нормальным. Построенное уравнение позволяет прогнозировать цены на два месяца вперед с точностью 3,5 %.

Автор благодарит доцента Е. В. Филюшину за внимание к работе.

Библиографические ссылки

1. Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014 Т. 1. № 10. С. 356.
2. Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Ариясуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 359–360.
3. Захарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США за период 01.11.1983–01.19.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 369–370.
4. Карабицына Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 372–373.
5. Худяева Т. В., Сенашов С. И. Анализ динамики поступления налогов и сборов по УФНС России по Красноярскому краю // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. № 9. С. 440.

6. Рядчикова А. В., Сенашов С. И. Анализ динамики изменения дневной выручки ООО «ГИЗ» за 2011 год // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 113–114.
7. Коломиец Б. Н., Филюшина Е. В. Анализ статистических данных по форуму Ahoqus // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 376.
8. Бондаренко А. С., Филюшина Е. В. Анализ изменения значений индекса РТС-Сибирь за период с 04.08.2011 г. по 27.12.2012 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013 Т. 1 № 9. С. 420.

© Ерохин А. Е., 2015

УДК 519.866

АНАЛИЗ СРЕДНИХ ЦЕН НА КАРАМЕЛЬ

М. Х. Ибрагимова
Научный руководитель – Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: filyushina@mail.sibsau.ru

Моделируются средние потребительские цены на карамель за 1кг в Красноярском крае по 360 данным временного ряда с 01.01.2013 по 26.12.2013. Наиболее подходящей оказалась линейная линия тренда. Все коэффициенты этого уравнения статистически значимы. Уравнение адекватно опытными данным. Остатки гомоскедастичны. Построенная модель позволяет делать прогноз на месяц с ошибкой не превышающей 2,5 %.

Ключевые слова: анализ данных, уравнение регрессии, линия тренда.

ANALYSIS OF THE THE AVERAGE PRICES FOR CAMEL

М. Н. Ibragimova
Scientific supervisor – E. V. Filyushina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: filyushina@sibsau.ru

Midsection of average consumer prices for 1 kg of caramel in the Krasnoyarsk region to 360 time-series data from 01.01.2013 to 26.12.2013. Turned out to be the most suitable linear trend line. All coefficients of this equation are statistically significant. Equation adequately the experimental data. Remains homoscedasticity. The constructed model allows prediction for the month with an error not exceeding 2.5%.

Keywords: data analysis, regression equation, the trend line.

Карамель – формованное сахаристое кондитерское изделие из карамельной массы на основе уваренной смеси сахара и патоки с добавлением или без добавления других видов сырья и пищевых добавок, ароматизаторов, с массовой долей влаги не более 4 %.

Для построения уравнения и анализа исходных данных были использованы работы [1–8].

Прямая линия описывает стабильный рост цен на карамель за 1 кг на протяжении года. Значение $R^2 = 0,98$, то есть близко к единице, что свидетельствует о хорошем совпадении расчетной линии с данными.

Среднее показывает сумму всех значений карамели деленное на количество дней и составляет 129,02. Стандартная ошибка мала.

Данные выбранного временного ряда однородны, так как коэффициент вариации = 1,68 %. Коэффициент вариации отражает степень разбросанности данных вокруг их среднего значения. Следовательно, цены на карамель однородны.

Средняя цена карамели за 1 кг по Российской Федерации за 2013 год равна 129 руб. 01 коп., а средний диапазон колебания цены составил от 126 руб. 85 коп. до 131 руб. 18 коп.

Моды ранжированного временного ряда цен карамели за 1 кг: 126,38 руб., 127,78 руб., 128,55 руб., 129,27 руб., 129,5 руб., 129,9 руб., 130,5 руб. 131,2 руб., 131,6 руб. Медианой данного ряда является значение цены карамели за 1кг. в 129 руб. 4 коп. – это число делит ранжированный ряд цен пополам.

Данные временного ряда были разделены на 20 интервалов, рассчитаны частоты цен, и построен график частот.

На свойство распределения частот (его отличие от симметричного распределения) указывает асимметрия. Коэффициент асимметрии отрицателен и меньше 0,5 по модулю, следовательно, асим-

метрия левосторонняя, но она не значительна. Соотношение среднего значения цены карамели и медианы, также указывает на левостороннюю асимметрию.

Меру крутости кривой распределения частот представляет эксцесс. Его числовое значение отрицательно, это указывает на более низкий и более плоский характер вершины сравнительно с нормальной кривой. В нашем случае эксцесс равен $-1,29$, это говорит о том, что распределение является плосковершинным по отношению к нормальному \Rightarrow данные сильно разбросаны от среднего значения.

На основе данных были получены регрессионная статистика, коэффициенты уравнения, и выведены данные дисперсионного анализа.

Уравнение регрессии

$$Y = 125,3 + 0,02 \cdot t.$$

Дисперсионный анализ показал, что полученное уравнение регрессии адекватно опытными данным.

Имеется автокорреляция остатков, так как наблюдается их цикличность.

Для устранения автокорреляции было построено уравнение авторегрессии для остатков, вид уравнения

$$e_t = \alpha e_{t-1} + \beta e_{t-7}.$$

По результатам дисперсионного анализа уравнение регрессии остатков адекватно опытными данным.

Уравнение скользящего среднего имеет вид $e_t = 0,968e_{t-1} + 0,583e_{t-7}$.

Таким образом, окончательный вид уравнения регрессии:

$$y = 0,02 \cdot t + 125,3 + 0,968e_{t-1} + 0,583e_{t-7}.$$

Используя данное регрессионное уравнение, вычислим прогнозные значения цены за 1 кг карамели.

Исследование показало, что построенную модель регрессии можно было использовать для прогнозирования периода: с января по май 2014 г. с точностью прогноза 3,5 %.

Библиографические ссылки

1. Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 356.
2. Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Ариясуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 359–360.
3. Захарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США за период 01.11.1983–01.19.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 369–370.
4. Карабицына Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 372–373.
5. Худяева Т. В., Сенашов С. И. Анализ динамики поступления налогов и сборов оп уфнс России по Красноярскому краю // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. № 9. С. 440.
6. Рядчикова А. В., Сенашов С. И. Анализ динамики изменения дневной выручки ООО «ГИЗ» за 2011 год // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 113–114.
7. Тарасов А. А., Сенашов С. И. Анализ отправки грузов в контейнерах из города Москвы со станции Силикатная в период с 01.01.2011 по 31.12.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 131–133.
8. Торопова М. О., Сенашов С. И. Анализ изменения производимого хлеба предприятием ИП «Осколков» в период с 15.10.2011 по 13.10.2012 г. // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 143–145.

УДК 004.7

ТЕХНОЛОГИЯ ПАССИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ PON

К. А. Иванова

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kristina194@bk.ru

Рассматривается технология пассивных оптических сетей её преимущества, свойства и принцип действия.

Ключевые слова: сеть, технология, оптические сети.

THE TECHNOLOGY OF PASSIVE OPTICAL NETWORKS PON

K. A. Ivanova

Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kristina194@bk.ru

Passive optical network technology is considered its advantages, features and principle of operation.

Keywords: Internet, technology, optical networks.

Технология пассивных оптических сетей PON (Passive optical network) основана на древовидной волоконной кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями на узлах.

Технология является экономичной и способной обеспечить широкополосную передачу разнообразных приложений. При этом PON обладает необходимой эффективностью наращивания и узлов сети, и пропускной способности, в зависимости от настоящих и будущих потребностей абонентов [1]

Технология PON имеет такие преимущества, как абонентские порты имеют высокую плотность, активное оборудование используется минимально, стоимость обслуживания считается низкой, присутствует возможность интеграции с кабельным ТВ, отличная масштабируемость, кабельная инфраструктура минимизирована [2].

Использование постоянно совершенствующихся технологий xDSL – самый простой и недорогой способ увеличения пропускной способности существующей кабельной системы на основе медных витых пар. Однако, скорость передачи до десятков мегабит в секунду на существующих кабельных системах, с учетом больших расстояний представляется не простым и дорогим решением.

Другое традиционное решение – гибридные волоконно-коаксиальные сети (HFC (Hybrid Fiber Coax)). Подключение множества кабельных модемов на один коаксиальный сегмент приводит к снижению средних затрат на построение инфраструктур сети в расчете на одного абонента и делает привлекательными такие решения.

Беспроводные сети доступа могут быть привлекательны там, где возникают технические трудности для использования кабельных инфраструктур.

Для трех перечисленных направлений дальнейшее увеличение пропускной способности сети связано с большими трудностями, которые отсутствуют при использовании такой среды передачи, как волокно.

Единственный путь, который позволяет заложить способность сети работать с новыми приложениями, требующими все большей скорости передачи – это прокладка оптического кабеля.

Сегодня прокладывать оптический кабель для организации сети доступа стало выгодно и при обновлении старых, и при строительстве новых сетей доступа [2].

Свойства сети PON:

- древовидная архитектура с передачей по одному волокну на двух длинах волн навстречу друг другу;
- на промежуточных узлах дерева, размещаются пассивные оптические разветвители;
- использование метода доступа TDMA (Time Division Multiple Access);
- на одно волокно, идущее из центрального узла (OLT (Optical Line Terminal)), можно подключить до 32 абонентских узлов (ONT (Optical Network Terminal)) [3].

Основная идея архитектуры PON – использование всего одного приемопередающего модуля в OLT для передачи информации множеству абонентских устройств ONT и приема информации от них. Число абонентских узлов, подключенных к одному приемопередающему модулю OLT, может быть настолько большим, насколько позволяет бюджет мощности и максимальная скорость приемопередающей аппаратуры.

Существуют такие топологии построения оптических сетей «кольцо», «точка-точка», «дерево с активными узлами», «дерево с пассивными узлами» [4].

В результате рассмотрения технологии пассивных оптических сетей можно сделать вывод – технология PON выгодна, так как позволяет вносить изменения в структуру сети без приобретения дополнительного оборудования. Технология обеспечивает легкость подключения новых абонентов и удобство обслуживания (подключение, отключение или выход из строя одного или нескольких абонентских узлов никак не сказывается на работе остальных). Это значительно снижает расходы при модернизации сети и делает построенную сеть более гибкой и эффективной.

Библиографические ссылки

1. Системная интеграция и сетевое оборудование [Электронный ресурс]. URL: <http://www.datatelecom.ru/index.php> (дата обращения: 22.12.14).
2. Компания ТКС-УРАЛ [Электронный ресурс]. URL: <http://optik.ru> (дата обращения: 22.12.14).
3. Петренко И. И., Убайдуллаев Р. Р. Пассивные оптические сети PON. Ч. 2 // Lightware Russian Edition. 2004. № 2. 12 с.
4. Википедия – свободная интернет-энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PON> (дата обращения: 22.12.14).

© Иванова К. А., 2015

УДК 519.866

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗМЕРА УЧЕТНОЙ СТАВКИ ЦБ РФ

В. А. Кабанова
Научный руководитель – Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: filyushina@mail.sibsau.ru

Моделируются размера учетной ставки ЦБ РФ по данным временного ряда с 01.01.2007 по 25.12.2007. Линия тренда выбрана – линейная. Все коэффициенты этого уравнения статистически значимы. Уравнение адекватно опытным данным. Остатки гомоскедастичны. Построенная модель позволяет делать прогноз на месяц с ошибкой не превышающей 3 %.

Ключевые слова: анализ данных, уравнение регрессии, линия тренда.

ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE DISCOUNT RATE OF THE CENTRAL BANK OF THE RUSSIAN FEDERATION

V. A. Kabanova
Scientific supervisor – E. V. Filyushina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: filyushina@sibsau.ru

In the article are modeled the size of the discount rate of the Central Bank of the Russian Federation according to the time series from 01.01.2007 to 25.12.2007. The trend line is selected – linear. All coefficients of this equation are statistically significant. Equation adequately the experimental data. Remains homoscedasticity. The constructed model allows prediction for the month with an error not exceeding 3 %.

Keywords: data analysis, regression equation, the trend line.

Данные размера учетной ставки ЦБ РФ с 01.01.2007 по 25.12.2007.

Ставка рефинансирования ЦБ РФ – размер процентов в годовом исчислении, подлежащий уплате ЦБ РФ за кредиты, которые он предоставил кредитным организациям. Эти кредиты являются рефинансированием временной нехватки финансовых ресурсов. Поэтому через такие кредиты обеспечивается регулирование ликвидности банковской системы при недостатке у кредитных организаций средств для осуществления кредитования клиентов и выполнения принятых на себя обязательств.

В статье 40 Федерального закона № 86-ФЗ «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)» от 10 июля 2002 г определено, что под рефинансированием понимается кредитование Банком России кредитных организаций.

Ставка рефинансирования на сегодня – размер процентов в годовом исчислении, подлежащий уплате центральному банку страны за кредиты, которые центральный банк предоставил кредитным организациям. Он же – «Ссудный процент Банка России».

В зарубежной практике часто используется термин «Учётная ставка».

Учетная ставка является инструментом денежно-кредитного регулирования, с помощью которого Центральный банк воздействует на ставки межбанковского рынка, а также ставки по депозитам юридических и физических лиц и кредитам, предоставляемым им кредитными организациями, а также является одним из методов антиинфляционной политики.

Располагая данными о ставке рефинансирования ЦБ РФ на временной вариационный ряд размера учетной ставки; построим линии тренда; составим уравнение регрессии; построим графики: частот, остатков, подбора, график частот остатков продажу за 2007 год, проведем анализ этих данных. Построив временной вариационный ряд для размера учетной ставки, построим график частот размера

учетной ставки. Для получения представления о форме распределения частот используются показатели среднего уровня (средняя арифметическая, мода, медиана), показатели вариации (дисперсия, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации), асимметрии и эксцесса.

Асимметрия – это свойство распределения частот, качественное свойство кривой распределения, указывающее на отличие от симметричного распределения. График частот размера учетной ставки асимметричен, наблюдается правосторонняя асимметрия, на что указывает соотношение среднего значения размера учетной ставки и медианы – числа, которое делит вариационный ряд данных пополам – средняя ставка меньше медианы (средняя = 11,41 %, медиана = 11,50 %).

Наиболее частая ставка за исследуемый период – это мода, и она равна 13,00 %.

Дисперсия – численная характеристика разброса данных, представляет собой средний квадрат отклонений индивидуальных значений данных от их средней величины. На основе дисперсии рассчитывают среднеквадратическое отклонение, которое показывает рассеивание значений ставки относительно ее среднего значения. Таким образом, ставка рефинансирования в период с 01.01.2007 по 25.12.2007 в среднем колебалась от 13,00 до 9,00 %.

Коэффициент вариации характеризует относительную меру отклонения измеренных значений от среднеарифметического. Коэффициент равен 16,75 % – это означает, что изменчивость вариационного ряда, построенного из учетной ставки по датам, незначительна, т. е. информация о ставках однородна. Так как коэффициент вариации меньше 33 %, данные по учетной ставке однородны.

Эксцесс – мера крутости кривой распределения. Числовое значение эксцесса отрицательна (–1,25), но близко к нулю, следовательно, кривая распределения частот близка к нормальной кривой распределения и расположена чуть выше неё. И таким образом, разброс значений исследуемой величины невелик.

С точки зрения экономики линейный тип линии тренда лучше всего подходит для описания экономических данных. Уравнение регрессии имеет вид $Y_t = 13,761 - 0,013 \cdot t$, где Y_t – учетная ставка; t – номер дня, анализируемого периода.

Дисперсионный анализ показал, что полученное уравнение регрессии адекватно опытными данными. Коэффициенты построенного уравнения значимо отличаются от нуля и ими нельзя пренебречь.

Остатки – это разница между действительными значениями данных и предсказанными значениями цен, вычисленными по найденному регрессионному уравнению.

Проведенное тестирование показало, что остатки гомоскедастичны.

Автокорреляции остатков означает зависимость остатков от самих себя. В данном случае предположительно существует автокорреляция остатков, так как наблюдается их цикличность.

После анализа остатков выявлена автокорреляция первого порядка. Для устранения автокорреляции необходимо учесть воздействующий фактор в уравнении регрессии. А для этого необходимо построить уравнение скользящего среднего для остатков.

$$E_t = 0,97 E_{t-1}.$$

Окончательное уравнение регрессии:

$$Y = 0,179 - 0,959t + 0,97 E_{t-1}.$$

Распределение остатков является нормальным. Визуально отличие распределения остатков от нормального распределения показывают графики теоретических и практических частот.

Исследование показало, что построенную модель регрессии можно было использовать для прогнозирования на январь месяц 2008г. с точностью прогноза 5 %.

При написании статьи использованы результаты работ [1–8].

Библиографические ссылки

1. Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 356.
2. Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Ариясуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 359–360.
3. Захарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США за период 01.11.1983–01.19.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1 № 10. С. 369–370.

4. Карабицына Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 372–373.

5. Худяева Т. В., Сенашов С. И. Анализ динамики поступления налогов и сборов ОП УФНС России по Красноярскому краю // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. № 9. С. 440.

6. Рядчикова А. В., Сенашов С. И. Анализ динамики изменения дневной выручки ООО «ГИЗ» за 2011 год // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 113–114.

7. Тарасов А. А., Сенашов С. И. Анализ отправки грузов в контейнерах из города Москвы со станции Силикатная в период с 01.01.2011 по 31.12.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 131–133.

8. Торопова М. О., Сенашов С. И. Анализ изменения производимого хлеба предприятием ИП «Осколков» в период с 15.10.2011 по 13.10.2012 г. // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 143–145.

© Кабанова В. А., 2015

УДК 658.325 004

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УЧЕТА КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ СФЕРЫ УСЛУГ

А. А. Кадач, С. С. Бондаренко
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kadatch2010@yandex.ru, stepan_bond_93@mail.ru

Рассматриваются цели автоматизации бизнеса, необходимости систематизации процессов управления и повышение эффективности работы предприятия.

Ключевые слова: автоматизация, услуга, бизнес-процесс, управление ресурсами, ERP (планирование ресурсов предприятия), эффективность, внедрение информационной системы, стратегия бизнеса.

AUTOMATION SYSTEM AS THE BASIS OF ACCOUNTING FOR ACTIVITY OF SERVICE ENTERPRISE

A. A. Kadach, S. S. Bondarenko
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kadatch2010@yandex.ru, stepan_bond_93@mail.ru

The article discusses the goals of business automation, the need for systematizing management processes and increasing the efficiency of the enterprise.

Keywords: automation, service, business process, resource management, ERP (Enterprise Resource Planning), efficiency, introduction of informational system, business strategy.

Развитие торговли и услуг достигло того уровня, когда без применения современных технологий сложно устоять в конкурентной борьбе – растет количество магазинов и кафе, а потребители становятся все более требовательными. При выборе магазина главным для них является уже не наличие в нем товара (аналогичный товар можно купить в любой торговой точке по соседству), а комфорт при совершении покупок, отсутствие очередей, соответствие цифр, указанных на ценнике, реальной стоимости продукта, честность и вежливость персонала. Конечно, всего этого можно добиться, и не внедряя новейших технологий. Но управлять автоматизированным предприятием легче, а главное – выгоднее.

С развитием сферы предоставления услуг растет номенклатура товаров, находящихся в торговом зале и на складах. В результате, рано или поздно у владельца бизнеса возникают проблемы расхода в учете проданного и оставшегося товара, товара, проведенного через кассу по чекам, и реально проданным и т. д. Для того чтобы контролировать процесс товародвижения, приходится затрачивать время и силы персонала, что ведет к отрыву от их основных обязанностей. Количество ошибок растет и в результате хозяин предприятия не может получить отчет, который бы реально отражал состояние дел. Таким образом, развитие бизнеса происходит бессистемно: владелец не видит «общей картины» и вынужден принимать решения, не имея полной информации по движению товара, текущих предпочтений покупателей. К тому же, нет и четких механизмов контроля над действиями персонала [1].

Сама по себе система управления ресурсами предприятия, независимо от того, насколько хороша она, приносит слабое влияние на увеличение производительности компании. Если вы продолжите следовать прежним бизнес-процессам после внедрения новой системы, вы можете ожидать

только такую же, или наиболее вероятно худшую производительность. ERP система может обеспечить и поддержать много новых видов процессов, но это задача самой компании решать какими должны быть эти бизнес-процессы и принимать решение по их последующему использованию или отклонению. Эффективность использования системы, которую необходимо рассчитать для получения показателя эффективности затрат, зависит, в первую очередь, от реализации успешной стратегии бизнеса. Система должна быть настроена на достижение стратегических и тактических целей организации. Определение стратегии своего бизнеса и отражение этой стратегии на целях и задачах, которые призвана решать выбираемая ERP-система, является самым главным в принятии решения о внедрении.

По данным независимых информационных агентств, при правильном, тщательно спланированном внедрении, компании могут добиться действительно значимых результатов (см. таблицу) [2].

Результативность внедрения автоматизированной системы

№ показателя	Показатель	Величина, %
1	Снижение операционных и управленческих затрат	15
2	Экономия оборотных средств	2
3	Уменьшение цикла реализации	25
4	Снижение коммерческих затрат	35
5	Снижение страхового уровня складских запасов	20
6	Увеличение оборачиваемости средств в расчетах	25
7	Увеличение оборачиваемости материальных запасов	30
8	Улучшение утилизации основных фондов	30

Можно сказать, что сегодня автоматизация стала важнейшим инструментом повышения прозрачности и эффективности бизнеса, систематизации всех процессов и управления ими.

Говоря о современных системах автоматизации ресторанов и кафе, можно выделить основные проблемы, которые они позволяют решить: борьба с воровством и махинациями со стороны персонала; повышение эффективности работы предприятия за счет оперативного контроля за ресурсами и, как следствие, снижение издержек; улучшение качества обслуживания клиентов.

Безусловно, автоматизация предприятий сферы услуг – сложный процесс, и каждый этап его имеет ряд трудностей. Главное – выбрать правильную систему, которая позволит решить все задачи, которые ставит заказчик. При этом нужно понимать, что, решившись на такое мероприятие, экономить на мелочах нельзя. Выбрав более дешевую систему, владелец ресторана рискует тратить впоследствии много времени и средств на доработку, и это повлечет убытки. Выбрав систему, важно наладить эффективные отношения с компанией, которая будет заниматься внедрением. Открытость к сотрудничеству, хорошая консультационная и техническая поддержка, грамотные специалисты – все эти качества наряду с хорошей репутацией самой системы автоматизации являются гарантией того, что внедрение будет достаточно эффективным [3].

Преимуществами существующих программ являются универсальность (специализация), надежность, качество сервиса и технической поддержки, масштабируемость системы и другие.

Одним из главных проблем при внедрении системы – проблемы, обусловленные человеческим фактором (сотрудники кафе или ресторана). Может случиться так, что коллектив будет саботировать работу в автоматизированной системе, убеждать владельца, что эта система не подходит, и лучше работать «по-старому».

Нами разработано прикладное решение для автоматизации сферы общественного питания на базе платформы 1С: Предприятие. Полученная разработка позволяет автоматизировать и значительно улучшить эффективность работы ресторанов и кафе. При разработке можно привлекать сотрудников, советуясь с ними, тем самым устраняя проблемы и нежелание сотрудников внедрять систему автоматизации.

В пользовательском интерфейсе созданы подсистемы, необходимые для разделения используемого интерфейса по функциям, которые они исполняют, для обеспечения комфортной и эффективной работы пользователя. Наличие подсистем определяет структуру прикладного решения, организует весь пользовательский интерфейс, позволяет рассортировать различные документы, справочники и отчеты по логически связанным с ними разделам, в которых пользователю будет проще их найти и удобнее с ними работать. При этом каждому конкретному пользователю будут видны лишь те разделы, то есть та функциональность прикладного решения, которые ему нужны в процессе работы.

В данной конфигурации были созданы 5 подсистем: Меню, Оказание услуг, Отдел Кадров, Бухгалтерия, Учет продуктов. К каждой из них прикреплены соответствующие объекты конфигурации: справочники, документы, регистры и отчеты, позволяющие сформировать из сложной в обращении и тяжело воспринимаемой системы – систему более упрощенную, структурированную и довольно легкую в управлении.

Сегодня на рынке широко представлены информационные системы, предназначенные для автоматизации деятельности коммерческих фирм, занимающихся оптовой и розничной торговлей. Можно найти и универсальные, и специальные программы, ориентированные на торговлю товарами ограниченного ассортимента. Также, используя возможности платформы 1С: Предприятие, пользователь может самостоятельно разработать и модифицировать прикладное решение (адаптировать его под себя), возможно, с привлечением сторонних специалистов. Хочется заметить, что инвестиции в автоматизацию быстро окупаются. Особенно это характерно для предприятий общепита, где срок окупаемости любых инвестиций составляет от двух месяцев.

Библиографические ссылки

1. Автоматизация бизнеса [Электронный ресурс] // ЦТО ФОРУС. URL: <http://www.ctoforus.ru/node/3> (дата обращения: 26.03.2015).
2. Терехов А. Эффективность внедрения ERP-системы [Электронный ресурс] // CITFORUM. URL: http://citforum.ru/consulting/ERP/atk_tco.shtml (дата обращения: 26.03.2015).
3. СМИ о компании «Атолл» [Электронный ресурс]. URL: http://www.atol.ru/about/press/articles/articles_7.html (дата обращения: 26.03.2015).

© Кадач А. А., Бондаренко С. С., 2015

УДК 004.8

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ И ВЗЛОМА ПО

А. В. Короткова, А. С. Титов
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nastena.korotkov@mail.ru

Рассматриваются отличия лицензионного продукта от пиратской копии, средства и способы защиты программного обеспечения, представлен перечень инструментов, используемых хакерами для взлома программ, приведены и описаны некоторые из современных способов взлома ПО.

Ключевые слова: лицензия, программа, пиратские диски, хакер, атаки.

MODERN METHODS OF LICENSING AND HACKING SOFTWARE

A. V. Korotkova, A. S. Titov
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nastena.korotkov@mail.ru

The paper deals with the differences licensed product from a pirated copy, means and methods of software protection, a list of the tools used by hackers to break into programs that are listed and described some of the modern methods of hacking software.

Keywords: license, the software, pirated disks, hacker, attack.

По некоторым из приведённых данных, доля использования пиратского программного обеспечения в России составляет 89 %. Это означает, что почти 9 из 10 копий программы в нашей стране лишают производителя этой программы прибыли.

Самый доступный для разработчиков способ борьбы с проблемой использования пользователями пиратского ПО – это хорошая защита, т. е., лицензирование ПО от взлома.

Для начала, нужно указать на то, что отличает лицензионный диск, предлагаемый производителем, от пиратского, для того, чтобы знать, чем характеризуется лицензионный продукт:

- большая часть лицензионной продукции продаётся через сеть специализированных магазинов и всегда после завершения проката фильма в кинотеатрах;
- пиратские диски обычно продаются в коробках абсолютно чёрного цвета с четырехлепестковым держателем. Отсутствуют голографические наклейки на упаковке;
- вложенный в диск буклет или описание треков отсутствует.
- если на покупаемом диске есть печать но низкого качества, то данный диск – копия [1];
- цена лицензионной продукции на порядок выше;
- главное отличие – отсутствие на оборотной стороне диска наименования организации-изготовителя и номера лицензии [2].

Далее, можно привести список инструментов, которые использует хакер. Их можно подразделить на несколько категорий: отладчики, дизассемблеры, средства мониторинга, средства пассивного анализа и программы, прочие утилиты [3].

Рассмотрим способы взлома ПО: побитовое копирование, эмулирование, отладчики, дизассемблеры и дамперы.

Побитовое копирование – это попытка скопировать имеющийся диск с целью создания копии. Эмулирование (emulation – подражание) – зачастую, когда взломщику известен способ получения не копируемой метки на диске (способ получения информации нестабильного сегмента диска),

а метод дизассемблирования – не самый желанный способ разборки с программой, применяется метод эмулирования.

Следующий уровень взлома – это использование таких инструментов как отладчик, дизассемблер и дампер. Они применяются в том случае, если процедура копирования приложения прошла безуспешно и способ защиты ПО также неизвестен. Отладка – это способ атаки, при котором используется специальное приложение, называемое отладчиком. Дизассемблирование – это способ преобразования модулей программы в язык программирования Ассемблер. Дампер же, более «продвинутое» приспособление, транслирующее содержимое оперативной памяти на момент начала нормального исполнения приложения.

Итак, перейдём к рассмотрению современных средств защиты программных продуктов.

Перечень основных систем защиты:

- Cd-Cops;
- LaserLock;
- StarForce;
- SafeDisk;
- SecuRom;
- TAGES [4].

Наиболее надёжна из приведённых систем защита «StarForce». Она использует решения, делающие её взлом практически невозможным. Продукты «Cd-Cops» и «TAGES» способны стойко противостоят копированию, но совсем не в состоянии устоять перед дизассемблерами, дамперами и отладчиками.

Лицензирование ПО и его взлом – это сражение между программистами-разработчиками и хакерами, пиратами, которое едва ли будет окончено в ближайшее время. По статистике, приведённой в самом начале, можно сказать, что всё-таки первая сторона терпит убытки из-за активных нападений второй стороны. Хотя на некоторых участках фронта разработчики пока не потерпели ни одного поражения. Так что, если целью читателя является защита ПО от действий злоумышленников, то следует обратить внимание на продукт «StarForce» и, конечно же, предоставляемый к нему SDK. Однако, даже использование ещё не взломанного средства защиты ПО не означает то, что новые средства и методы не будут найдены для атаки.

Библиографические ссылки

1. Как отличить лицензионный диск (CD, DVD) от пиратского [Электронный ресурс] // Genon. URL: <http://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=5513ecfD-dc4f-4cda-b42e-168d4508e44d> (дата обращения: 24.12.2014).
2. Совет, как отличить лицензионный диск от пиратского [Электронный ресурс] // Сайт проверенных «Полезных советов». URL: <http://sowetu.ru/read/4090.html> (дата обращения: 24.12.2014).
3. Защита программ от взлома [Электронный ресурс] // Информационная безопасность. URL: <http://z-oleg.com/secur/articles/progprotect.php> (дата обращения: 25.12.2014).
4. Анализ средств защиты компакт-дисков от несанкционированного копирования [Электронный ресурс] // База знаний «Allbest». URL: http://otherreferats.allbest.ru/programming/00238674_0.html (дата обращения: 25.12.2014).

© Короткова А. В., Титов А. С., 2015

УДК 81.3.06

О ЗАДАЧАХ ПРИМЕНЕНИЯ WEB-MINING

А. В. Лиференко
Научный руководитель – С. С. Бежитский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: alina.liferenko@mail.ru

Веб-технологии интеллектуального анализа данных открывают пути не только на сбор данных, но также поднимают много проблем, связанных с безопасностью данных.

Ключевые слова: данные, обработка данных, веб-технологии.

ABOUT WEB-MINING PROBLEM APPLICATIONS

A. V. Liferenko
Scientific supervisor – S. S. Bezhitskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: alina.liferenko@mail.ru

Web data mining technology is opening avenues on not just gathering data but it is also raising a lot of concerns related to data security.

Keywords: data, data processing, web technologies.

В настоящее время все пользователи веб-услуг пользуются большим количеством информации, взятой из интернета, отсюда появилась необходимость в автоматическом анализе информации. С развитием Всемирной паутины в глобальную информационную инфраструктуру, обычные пользователи теперь являются как потребителями информации, так и ее создателями и распространителями. Поэтому для эффективного структурирования задач поиска, решения и анализа, беспорядочно организованной информации в сети предназначено новое направление в методологии анализа данных – WebMining.

WebMining появился из таких дисциплин как обнаружение знаний в базах данных, эффективный поиск информации, искусственный интеллект, машинное обучение и обработка естественных языков [1].

Из-за многообразия и избытка информации пользователи сети Интернет часто сталкиваются с проблемами анализа и поиска необходимой информации. Можно выделить некоторые проблемы работы с информацией во Всемирной паутине:

- Поиск значимой информации. Далеко не все представленные пользователю ссылки несут нужную информацию и крайне труден поиск неиндексированной информации.
- Обнаружение новых знаний. Среди всего множества полученной информации сложно извлечь полезные знания.
- Персонализация информации. Возникает сложность с осмыслением полученных знаний, понятия идей, вложенных автором.
- Изучение потребителя или индивидуального пользователя. Пользователь не всегда получает именно ту информацию, которую хочет получить.

Для решения этих проблем используются различные технологии. К ним относятся: базы данных, информационный поиск, обработчики естественных языков и др. Технология WebMining направлена как на прямое, так и на косвенное решение перечисленных проблем.

WebMining – технология, использующая методы DataMining для исследования и извлечения информации из Web-документов и сервисов [2].

DataMining – технология добычи и поиска в данных, скрытых и полезных для бизнеса закономерностей. Данная технология включает в себя три основных этапа: исследование, построение модели и ее проверку.

Поиск закономерностей осуществляется с помощью различных видов программного обеспечения для интеллектуального анализа. Интеллектуальный анализ данных подразумевает решение одной или нескольких задач: классификации, распознавания, прогнозирования, оценивания, ассоциации или кластеризации. Например, задача классификации является одной из самых распространенных. В силу того, что информация в Интернете разнородная, то классы объектов классификации носят далеко не четкие границы и могут описываться в терминах нечеткой логики. При решении вопросов формирования классификаторов возникают задачи оптимального формирования баз нечетких правил для классификации [3].

Выделяют следующие этапы WebMining: поиск ресурсов – получение данных из источников; извлечение информации – извлечение информации из найденных Web-ресурсов; обобщение – обнаружение общих шаблонов в отдельных и пересекающихся множествах сайтов; анализ и интерпретация результатов [4].

Поиск ресурсов означает поиск различных Web-источников по ключевым словам. Данный этап разделяют на: поиск документов и поиск сервисов.

Большинство работ по поиску ресурсов сводится к автоматическому созданию поисковых индексов Web-документов. Наиболее популярными роботами считаются WebCrawler и AltaVista.

Далее, после обнаружения ресурсов, из них должна быть извлечена информация, подвергаемая анализу и обобщению. На этапе обобщения к извлеченной информации применяются методы DataMining. На этом этапе важную роль играет человек. На последнем этапе он должен будет интерпретировать полученные результаты.

Помимо WebMining существуют такие интернет-технологии, как Information Retrieval – IR (получение информации) и Information Extraction – IE (извлечение информации).

Технология IR заключается в получении документов из Интернета, актуальных, важных запросу пользователей. Но часто полученные документы включают в себя как полезную, так и наоборот, не полезную информацию. В этой технологии для классификации документов используют методы DataMining. Заметим, что WebMining является частью технологии IR.

Основное отличие IE технологии от IR заключается в том, что она работает документом и ищет в нем необходимую информацию, а IR работает с множеством документов, извлекая необходимый документ. Различные методы и технологии могут использоваться совместно.

В литературе [2] выделяют следующие категории WebMining: WebContentMining (извлечение Web-контента), WebStructureMining (извлечение Web-структур), WebUsageMining (анализ использования Web-ресурсов).

Примерами использования WebMining являются компания Netflix и всемирно известный поисковик Google.

WebMining это весьма перспективное направление анализа интернет-ресурсов для оптимизации структуры веб-сайтов, получения знаний о посетителях сайта, автоматического поиска и структуризация информации из интернета.

За предоставленную идею написания данной работы благодарю Бежитского Сергея Сергеевича.

Библиографические ссылки

1. WebMining – добыча знаний из WorldWideWeb [Электронный ресурс] // Businessdataanalytics.ru. 2008, декабрь. URL: <http://www.businessdataanalytics.ru/WebMining.htm> (дата обращения: 25.12.2014).

2. Анализ данных и процессов : учеб. пособие / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. 3-е изд., перераб. и доп. СПб. : БХВ-Петербург, 2009. 512 с.: ил. + CD-ROM (Учебная литература для вузов).

3. Бежитский С. С., Брестер К. Ю., Семенкин Е. С. Исследование эффективности механизмов самоадаптации генетического алгоритма в задачах многокритериальной оптимизации // Теория и практика системного анализа : тр. I Всерос. науч. конф. молодых ученых. Т. II. Рыбинск : РГАТА им. П. А. Соловьева, 2014. С. 62–70.

4. WebMining: основные понятия [Электронный ресурс] // Basegroup.ru. 20.06.2010. URL: http://www.basegroup.ru/library/web_mining/basic_conceptions/ (дата обращения: 25.12.2014).

УДК 004.056.5

ВЗЛОМ БАНКОМАТОВ: МЕТОДЫ АТАКИ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ

О. В. Мазитова

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: iccream_92@mail.ru

Рассматриваются самые распространенные случаи банкоматного мошенничества: методы атак на банкоматы с целью хищения денежных средств, а также способы их защиты от взлома.

Ключевые слова: банкомат, кредитная карта, взлом банкоматов, защита банкоматов, кража денежных средств.

HACKING ATM: ATTACK TECHNIQUES AND METHODS OF PROTECTION

O. V. Mazitova

Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: iccream_92@mail.ru

This article will be considered the most common cases of ATM fraud: the methods of attacks on ATMs to steal cash, as well as ways to protect them from breaking.

Keywords: ATM, credit card, hacking ATMs, ATM protection, theft of funds.

В последние годы, одновременно с развитием банкоматной сети, выросло и количество случаев банкоматного мошенничества. Злоумышленники используют взлом как средство кражи денежных средств. И, несмотря на то, что банкоматы имеют достаточно серьезную защиту, в настоящее время существует множество методов атаки на них. В данной статье мною будут рассмотрены методы атаки на банкоматы с целью хищения денежных средств, как с пластиковых карт, так и непосредственно из самих банкоматов.

Перед тем как узнать методы атаки и способы защиты от них, нужно иметь общее представление о функционировании банкоматов. Сам **банкомат** (или АТМ – Automated Teller Machine) представляет собой компьютер, совмещенный с сейфом. Компьютер, как правило, оснащен устройством ввода, дисплеем, кардридером (для чтения данных с пластиковой карты), презентером (для выдачи кэша), чековым/журнальным принтером диспенсером – девайсом, предназначенным для взятия/подачи денежных купюр, их проверки на подлинность и сортировки [1].

Самые распространенные методы атаки на банкоматы с целью хищения денежных средств с кредитных карт:

1. Одним из самых распространенных способов физического доступа к карте является установка скиммера в банкомат. Скиммер (от «skim» – снимать сливки) – специальное считывающее устройство, работающее прослойкой между картой и банкоматом. Данное устройство присоединяется к лотку приёма карт в банкомате и пропускает карты сквозь себя, чтобы считать информацию специальной головкой. Считыватель может дополняться мобильной камерой, записывающим PIN, вводимым пользователем на клавиатуре, а также специальной накладной клавиатурой, которая запоминает введенную вами последовательность. Такие устройства работают от батареек, однако, чаще всего не передают информацию по сети: злоумышленнику нужно будет снять их с банкомата и подключить к компьютеру, для получения собранных данных [2].

2. Другое устройство – lebaneseloop (ливанская петля). Оно представляет собой пластиковый конверт, размер которого немного больше размера карточки – его закладывают в щель банкомата.

Банкомат не может прочитать данные с магнитной полосы. Владелец карты пытается ее вернуть, но из-за конструкции конверта этого сделать не получится. В это время подходит сам злоумышленник, говорит, что с ним случилась та же самая ситуация и рассказывает как вернуть карту. Владелец карточки пробует, но ничего не получается. Он думает, что его карточка осталась в банкомате и уходит для того, чтобы связаться с банком. Мошеннику только и остается, что достать конверт вместе с кредитной картой при помощи подручных средств и снять деньги со счета.

3. Технически сложный способ. Можно перехватить данные, отправляемые банкоматом в банк для того, чтобы удостовериться в наличии запрашиваемой суммы денег на счету. Мошенникам необходимо подключиться к соответствующему кабелю и считать необходимые данные.

4. Дорогостоящий, но действенный способ – мошенники ставят в людном месте свой собственный «банкомат». На самом деле, он не работает и, естественно, никаких денег не выдает. Однако в свою очередь он успешно считывает с карточки владельца все необходимые данные [3].

Несколько советов как защитить свою карту от мошенников:

1. Лучше всего пользоваться проверенными банкоматами, а лучше всего – в офисе вашего банка.
2. Внимательно осматривать банкомат перед тем, как воспользоваться им.
3. При наборе пин-кода клавиатуру лучше прикрывать сверху рукой, тем самым страхуясь от всевозможных камер или подсматривающего мошенника.
4. По возможности выпускать не обычную карту, а смарт-карту с электронным чипом.
5. Желательно установить лимит на снятие денег с карты. В случае её кражи злоумышленники не смогут украсть всю сумму денег.
6. Банальный, но действенный совет: не показывайте свою карту посторонним.

В том случае, если вы всё-таки воспользовались подозрительным банкоматом, и теперь вас мучают сомнения, нужно позвонить в банк и заблокировать карту, а затем перевыпустить ее с новыми данными. Несмотря на то, что некоторые мошенники могут мгновенно получить данные вашей карты в случае беспроводного подключения, массовые взломы обычно осуществляются намного позже. Оперативным перевыпуском карты можно избежать потери денег [2].

Другим методом взлома банкомата является кража денежных средств при помощи вредоносных программ.

Корпорация Symantec обнаружила новую разновидность вредоносной программы для банкоматов Backdoor.Ploutus. В (далее – Ploutus), позволяющую злоумышленникам удаленно контролировать банкомат с помощью подключенного к нему мобильного телефона. При подключении телефона к банкомату, он заражается вирусом. Злоумышленники получают возможность отправлять на этот телефон SMS-сообщения с кодами команд. Получая сообщение, телефон начинает преобразовывать команды в сетевой пакет, а затем по USB-кабелю передает банкомату, тем самым заставляя выдавать наличные деньги.

Как выглядит система атаки на практике:

1. Злоумышленник устанавливает данную программу на банкомат и кабелем подключается к нему с помощью мобильного телефона;
2. Отправляет на этот телефон два SMS-сообщения:
 - содержащее корректный код активации вируса;
 - содержащее корректный код выдачи денег.
3. Телефон узнает эти сообщения и отправляет их на банкомат в виде TCP- или UDP пакетов.
4. Модуль анализа пакетов внутри банкомата получает эти пакеты и, если они содержат корректные команды, запускает Ploutus.
5. Ploutus заставляет банкомат выдать деньги. Выдаваемая сумма заранее задана в коде вредоносной программы.
6. Выдаваемые банкоматом деньги забирает «курьер».

Как защитить банкоматы от взлома:

- обновить ОС до одной из поддерживаемых разработчиком операционных систем, таких как Windows 7 или 8 (так как официальная поддержка WindowsXP закончилась 8 апреля 2014 года);
- обеспечить адекватную физическую защиту банкоматов, а также рассмотреть возможность установки систем скрытого видеонаблюдения;
- закрыть доступ к BIOS, для того чтобы предотвратить загрузку системы с неавторизованных носителей, таких как CD-диски и переносные USB-накопители;
- использовать полное шифрование жестких дисков, для того чтобы предотвратить их взлом [4].

В заключении хочется отметить – несмотря на то, что современные банкоматы обладают достаточно серьезными функциями защиты, этого недостаточно, чтобы полностью предотвратить их взломы. Злоумышленники придумывают все более изощренные методы атаки. Для того чтобы сберечь свои собственные средства, необходимо постоянно быть бдительными, обращать внимание на подозрительное окружение, и, в случае необходимости, незамедлительно обращаться в ваш банк. Банки в свою очередь должны постоянно совершенствовать и модернизировать банкоматы, тем самым обеспечив им физическую защиту.

Библиографические ссылки

1. Взламываем банкомат: анализ защищенности банкоматов [Электронный ресурс] // Хакер. URL: <http://хакер.ru/37991/> (дата обращения: 21.12.2014).
2. Разбор полетов: Как крадут наши карты [Электронный ресурс] // TJ. URL: <http://tjournal.ru/paper/carding> (дата обращения: 21.12.2014).
3. Как воруют деньги с наших пластиковых карт [Электронный ресурс] // Искусство управления информационной безопасностью. URL: <http://www.iso27000.ru/chitalnyi-zai/bezopasnost-elektronnyh-platezhei/kak-voruyut-dengi-s-nashih-plastikovyh-kart> (дата обращения: 21.12.2014).
4. Взлом банкоматов при помощи SMS // Мобильные телекоммуникации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mobilecomm.ru/vzlom-bankomatov-pri-pomoshhi-sms/> (дата обращения: 21.12.2014).

© Мазитова О. В., 2015

УДК 001.894.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ИТ-ЗАТРАТ

А. О. Макарова
Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: lady.makan@mail.ru

Статья посвящена необходимости и планирования ИТ-технологий. Представлены методы обработки информации в автоматизированных системах расчета показателей затрат на информационные технологии, различные способы для снижения расходов, связанных с использованием ИТ-технологий.

Ключевые слова: инвестиции, оценка ИТ-затрат, концепция TCO.

OPTIMIZATION OF IT-COSTS

A. O. Makarova
Scientific supervisor – T. G. Dolgova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: lady.makan@mail.ru

The article is devoted to the need for and planning of IT-technologies. The methods of information processing in the automated systems of calculating the cost of information technology, a variety of ways to reduce the costs associated with the use of IT technologies.

Keywords: investments, assessment of IT costs, the concept of TCO.

В конце 1980-х гг. консалтинговой группой «GartnerGroup» была выдвинута концепция оценки затрат на ИТ и информатизацию системы управления совокупная стоимость владения (TotalCostOwnership – TCO).

Совокупная стоимость владения (англ. *Total Costof Ownership*, TCO) – сумма материальных и временных затрат, связанных с приобретением, развертыванием, конфигурированием и обслуживанием программного и аппаратного обеспечения [1].

Данная методика используется для того, что бы рассчитать финансовые затраты на ИТ.

Согласно системе TCO такие затраты являются прямыми, но как известно, существуют еще и так называемые «непрямые» или косвенные затраты, в которые входят:

- потери времени сотрудников на самообучение;
- потери времени сотрудников на попытки решить проблемы самостоятельно в обход службы технической поддержки;
- потери предприятия от сбоев в работе ИТ-системы, когда системы становятся недоступными, что влияет непосредственно на конечных пользователей [2].

Для того чтобы в рамках методики TCO учесть все перечисленные выше пункты, нужно провести всеобъемлющий аудит информационной системы предприятия, а именно:

- провести детальный анализ (аудит) ИТ-инфраструктуры;
- проанализировать все сбои и простои;
- следует наладить стратегические партнерские отношения;
- необходимо минимизировать «видовое разнообразие» аппаратного обеспечения корпоративной сети;
- часть наиболее типичных сервисных работ стоит перевести на аутсорсинг;

- провести аттестацию персонала предприятия на предмет компьютерной грамотности [3].

Основная цель, которую преследовали создатели системы ТСО, это повышение производительности, путем сокращения IT-затрат [4–8].

Методика расчета совокупной стоимости владения хорошо документирована, разработано и продается специальное программное обеспечение (ТСО Analyst, TCO Manager, TCO SnapshotTool и др.), позволяющее учитывать все описанные выше показатели [5].

Корейская компания по продаже автомобилей GM DAEWOO с помощью системы ТСО повысила производительность на 30 % и сократила расходы на 20 %. Одна из крупнейших авиастроительных компаний Airbus сократила расходы на 30 %, воспользовавшись данной методикой.

В России же данная система используется пока только на крупнейших дорогостоящих проектах и компаниях. В частности ЗАО «Технологии качества», ЗАО «Инфосистемы Джет», ЗАО «Энвижн Групп» занимающиеся IT-инфраструктурой, увеличили свою производительность за счет системы совокупного стоимостного владения.

В заключение можно сказать, что расчет совокупной стоимости владения, обработка его результатов и составления рекомендаций по оптимизации затрат на IT-инфраструктуру предприятия – один из признанных инструментов повышения эффективности бизнес-процессов и получения конкурентных преимуществ.

Библиографические ссылки

1. Словари – академик [Электронный ресурс]. URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/29429 (дата обращения: 18.12.2014).
2. IT-журнал «Умное содействие» [Электронный ресурс]. URL: <http://topsbi.ru/default.asp?artID=775> (дата обращения: 17.12.2014).
3. Интернет-проект «Корпоративный менеджмент» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cfin.ru/itm/tco.shtml> (дата обращения: 20.12.2014).
4. Академия СIO // Conews форум [Электронный ресурс]. URL: <http://cioguru.cnews.ru/glossary/byid/95> (дата обращения: 19.12.2014).
5. Национальный открытый университет [Электронный ресурс] URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/2189/162/lecture/4479> (дата обращения: 18.12.2014).
6. Senashov S. I. Invariant solutions of a three-dimensional ideal plasticity problem Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 1980. Т. 21. № 3. С. 417.
7. Senashov S. I., Yakhno A. Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical Some symmetry group aspects of a perfect plane plasticity system. 2013. Т. 46. № 35. С. 355–202.
8. Senashov S. I., Yakhno A. Cauchy problem solution for a hyperbolic system of the homogeneous 2-dimensional quasilinear equations // Вестник СибГАУ. 2009. № 4. С. 26–28.

© Макарова А. О., 2015

УДК 519. 866

АНАЛИЗ ЦЕН НА БЕНЗИН В ШТАТЕ ФЛОРИДА

А. Е. Маташова
Научный руководитель – Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: filyushina@mail.sibsau.ru

Моделируются средние потребительские цены на бензин в штате Флорида в кампании Exxon Mobil Corporation по 360 данным временного ряда с 2010 по 2014. В процессе подбора наиболее подходящей оказалась линейная линия тренда. Все коэффициенты этого уравнения статистически значимы. Уравнение адекватно опытным данным. Остатки гомоскедастичны. Построенная модель позволяет делать прогноз на 2–3 месяца с ошибкой не превышающей 5 %.

Ключевые слова: анализ данных, уравнение регрессии, линия тренда.

ANALYSIS OF THE GASOLINE PRICES IN FLORIDA

A. E. Matashova
Scientific supervisor – E. V. Filyushina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: filyushina@sibsau.ru

In the article is modeled the average consumer prices for gasoline in the state of Florida in the campaign Exxon Mobil Corporation to 360 time series data from 2010 to 2014. In the process of selecting the most suitable was a linear trend line. All coefficients of this equation are statistically significant. Equation adequately the experimental data. Remains homoscedasticity. The constructed model allows prediction for 2–3 months error does not exceed 5 %.

Keywords: data analysis, regression equation, the trend line.

Exxon Mobil Corporation – американская компания, крупнейшая частная нефтяная компания в мире, одна из крупнейших корпораций в мире по размеру рыночной капитализации.

В 2007 году заняла 2-е место в списке крупнейших публичных американских компаний Fortune 1000 и в списке крупнейших мировых корпораций Fortune Global 500.

Нынешняя компания была создана в 1999 году в результате слияния крупнейших американских нефтяных компаний Exxon и Mobil (одно из крупнейших слияний 1990-х годов).

Основные владельцы компании – инвестиционные фонды, институциональные и частные инвесторы.

В свободном обращении находится 99,85 % акций. Акции компании учитываются при расчёте индекса Доу-Джонса. Компания ведёт добычу нефти в различных регионах мира, включая США, Канаду, Ближний Восток и др. Exxon Mobil имеет долю в 45 НПЗ в 25 странах, располагает сетью АЗС более чем в 100 странах. Доказанные запасы – 22,4 млрд баррелей нефтяного эквивалента

В январе 2013 года Exxon Mobil вытеснила Apple с первой строчки самых дорогих компаний мира. На момент закрытия торгов капитализация Apple составила 413 миллиардов долларов, в то время как капитализация Exxon Mobil достигла 418,2 миллиарда долларов.

Располагая данными Exxon Mobil Corporation о цене литра бензина на продажу с 2010 по 2014 годы во Флориде [1], проведем анализ этих данных. Для этого построим временной вариационный ряд цен бензина; построим линии тренда; составим уравнение регрессии; построим графики: частот, остатков, подбора, график частот остатков. При написании работы использовались результаты работ [2–9].

График частот цен бензина асимметричен, наблюдается левосторонняя асимметрия, на что указывает соотношение среднего значения цены бензина и медианы – числа, которое делит вариационный ряд цен бензина пополам – средняя цена больше медианы (средняя = \$2,688122, медиана = \$2,686). Наиболее частая цена бензина за исследуемый период – это мода, и она равна 1,468 долл. Цена бензина в период с 2010 – по 2014 гг. в среднем колебалась от 1,86 до 3,51 долларов США.

Коэффициент вариации равен 30,66 % – это означает, что изменчивость вариационного ряда, построенного из цен по датам, незначительна, т. е. информация о ценах однородна, однако близка к неоднородной.

Числовое значение эксцесса отрицательно (-1,34545), следовательно, таким образом, разброс значений исследуемой величины невелик. Судя по графику частот цен бензина, можем говорить о некоторой нестабильности в течение 5 лет.

Уравнение регрессии имеет вид: $Y = 1,29 - 0,01 \cdot t$, где Y – цена бензина; t – номер дня, анализируемого периода.

Дисперсионный анализ показал, что полученное уравнение регрессии адекватно опытными данным, а коэффициенты значимо отличаются от нуля и ими нельзя пренебречь в уравнении.

График остатков показывает зависимость остатков от номера дня анализируемого периода. По этому графику можем предполагать о гомо- или гетероскедастичности остатков и о наличии автокорреляции остатков.

Автокорреляция остатков означает зависимость остатков от самих себя. В данном случае предположительно существует автокорреляция остатков, так как наблюдается их цикличность.

Определение автокорреляции и гетероскедастичности позволяет наметить правильные пути качественного улучшения модели.

Таким образом, построенное уравнение регрессии для цен на бензин во Флориде в целом адекватно опытными данным и его коэффициенты значимы. В результате анализа остатков было выявлено, что остатки распределены «ненормально», стационарны, и гомоскедастичны.

В целом построенная экономическая модель может быть использована для принятия экономических решений и осуществления прогнозов.

По результатам дисперсионного анализа уравнение регрессии остатков адекватно опытными данным.

Уравнение остатков имеет вид: $e_t = 0,96 \cdot e_{t-1}$.

Таким образом, окончательный вид уравнения регрессии:

$$Y = 1,29 - 0,01 \cdot t + 0,96 \cdot e_{t-1}.$$

Таким образом, построенную модель регрессии можно было использовать для прогнозирования периода: январь–март 2015 г. с достаточно высокой точностью прогноза 5 %.

Автор благодарит доцента Филюшину Е. В. за внимание к работе.

Библиографические ссылки

1. Economic Time Series Page [Электронный ресурс]. URL: [http:// www.economagic.com](http://www.economagic.com), для доступа к информ. ресурсам авторизация не требуется (дата обращения: 15.09.2014).
2. Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 356.
3. Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Ариясуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 359–360.
4. Зажарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США за период 01.11.1983–01.19.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 369–370.
5. Карабицына Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 372–373.
6. Худяева Т. В., Сенашов С. И. Анализ динамики поступления налогов и сборов ОП УФНС России по Красноярскому краю // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. № 9. С. 440.

7. Василенко К. В., Филюшина Е. В. Анализ изменения цен акций ОАО «Газпром» за период с 07.04.2010 по 16.09.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2012. № 5. С. 63–65.

8. Байкалова О. В., Филюшина Е. В. Анализ изменения цен за галлон бензина марки «Регуляр» за период с 03.01.2000 по 19.09.2011 г // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2012. № 5. С. 31–34.

9. Шкляева Д. И., Филюшина Е. В. Анализ еженедельного изменения цены бензина марки АИ-92 в России за период 9.01.2008–5.12.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2012. № 5. С. 175–177.

© Маташова А. Е., 2015

УДК 334

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КВАРТИР В ЖИЛОМ РАЙОНЕ КРАСНОЯРСКА

А. Е. Митраков, М. Н. Яковлев
 Научный руководитель – Е. Л. Вайтекунене

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: epatsuk@mail.ru

Описывается построение линейной регрессионной модели стоимости квартиры в Октябрьском районе г. Красноярск в зависимости от факторов, которые влияют на нее. Проводится статистический анализ уравнений. Учтены 12 факторов, которые обычно указываются продавцом и влияющих на стоимость квартиры, район, количество комнат, планировка, этаж, этажность дома, материал стен, наличие телефона, общая площадь, площадь жилая, площадь кухни, сантехнический узел, вид плиты, балкон/лоджия. Проанализировано 300 квартир. Показано, что на стоимость квартир влияют только два фактора общая площадь и количество комнат. В данной модели отмечена гетероскедастичность остатков. От нее избавились с помощью обобщенного метода наименьших квадратов.

Ключевые слова: моделирование стоимости квартиры, линейная множественная регрессия, моделирование стоимости квартиры.

A DESIGN OF COST OF APARTMENTS IS IN DWELLING DISTRICT OF KRASNOYARSK

A. E. Mitrakov, M. N. Iakovlev
 Scientific supervisor – E. L. Vaytekunene

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: epatsuk@mail.ru

The construction of linear regressive model of cost of apartment is described in the October district Krasnoyarsk depending on factors that influence on her. The statistical analysis of equalizations is conducted. 12 factors that is usually specified by a salesman and influencing on the cost of apartment, district, amount of rooms, planning, floor, storeyedness of house, material of walls, presence of telephone, general area, area dwelling, area of kitchen, sanitary engineering knot, type of flag, are taken into account, a balcony/is a loggia. 300 apartments are analysed. It is shown that on the cost of apartments two factors influence only general area and amount of rooms. In this model marked гетероскедастичность bits and pieces. From her got rid by means of the generalized least-squares method.

Keywords: design of cost of apartment, linear multiple regression is a design, of cost of apartment.

Данные получены из базы данных за 2012 г. [5]. Количество данных 300. Учтены 13 факторов, влияющих на стоимость квартиры, которые обычно указываются продавцом: X_1 – район, X_2 – количество комнат, X_3 – планировка, X_4 – этаж, X_5 – этажность дома, X_6 – материал стен, X_7 – наличие телефона, X_8 – общая площадь, X_9 – площадь жилая, X_{10} – площадь кухни, X_{11} – сантехнический узел, X_{12} – вид плиты, X_{13} – балкон/лоджия, X_{14} – стоимость квартиры.

Модель и способ ее построения и анализа взяты из [1–4; 6] и цитируемой там литературы.

Главным фактором, влияющим на стоимость квартиры, является площадь квартиры. Составляем первое уравнение регрессии:

$$Z = a + b \cdot X_6.$$

Теперь, построим регрессионное уравнение. Вычисление проводилось с помощью процессора Excel. В результате получилось уравнение, которое объясняет около 45 % опытных данных.

$$Y = 644,829 + 45,525 \cdot X_6.$$

Оба коэффициента значимы. t статистика свободного члена равна 3,25, а коэффициента при переменной 15, 68.

Все остальные факторы, кроме количества комнат, оказались незначимыми, поэтому окончательное уравнение описывающее стоимость квартиры в Октябрьском районе г. Красноярска оказалось таким.

$$Y = 644,829 + 45,525 \cdot X_6 + 368,94 \cdot X_{13}.$$

Анализ остатков показал небольшую гетероскедастичность, которая означает, что кроме учтенных в модели факторов имеются и другие, которые тоже влияют на стоимость квартиры. К таким факторам можно отнести изменение в генеральном плане города в связи с грядущей Универсиадой 2019 г.

Авторы благодарят профессора С. И. Сенашова и старшего преподавателя Е. Л. Вайтекунене за постановку задачи и помощь в работе.

Библиографические ссылки

1. Senashov S., Surnina E., Juferova N. Cost estimation of information system of apartments at secondary housing markets as a management investment tool // Vestnik SibGAU. 2009. 5(26), pp. 154–157.
2. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Сурнина Е. В. Информационная система оценки стоимости квартир на вторичном рынке жилья как инструмент управления инвестициями // Вестник СибГАУ. 2009. Вып. 4(25). Ч. 1. С. 219–223.
3. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Грошак Е. В. Моделирование стоимости жилья в г. Красноярске ; СибГТУ. Красноярск, 2007. 204 с.
4. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю. Актуальное моделирование стоимости недвижимости в Красноярске // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 2(48). С. 86–91.
5. Квартиры Красноярска 2012 / О. О. Табаченко, С. И. Сенашов, Е. В. Филюшина, И. В. Томаровская // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620883.
6. Вайтекунене Е. Л. Оценка стоимости земельных участков за 2011–2012 гг. // Решетневские чтения : материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 2. С. 30.

© Митраков А. Е., Яковлев М. Н., 2015

УДК 004.031

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

А. Н. Мищенко
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ann4715@mail.ru

Рассматривается влияние информационных технологий на процесс обучения современных школьников.

Ключевые слова: информационные технологии, технические средства.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE SECONDARY SCHOOL

A. N. Mishchenko
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ann4715@mail.ru

In this paper we study the impact of information technology on teaching and learning modern students.

Keywords: information technology, technical tools.

Обучение в общеобразовательной школе – это способ организации образовательного процесса, представляющий собой взаимосвязь преподавателя и учащихся, в ходе которого решаются задачи о воспитании, образовании и развитии обучаемых [1].

Технические средства обучения – совокупность технических устройств с дидактическим обеспечением, применяемых в учебно-воспитательном процессе для предъявления и обработки информации с целью его оптимизации.

Использование дополнительных технических средств, таких как мультимедийный проектор и интерактивная доска, могут дополнительно повысить уровень усвоения знаний учащимися при помощи визуализации информации.

Мультимедийный проектор (видеопроектор) – техническое средство, предназначенное для проецирования различных изображений на большой экран с источника видеосигнала.

Мультимедийный проектор позволяет: пользоваться любыми компьютерными приложениями, использовать на занятиях обучающие видеофайлы, демонстрировать презентацию для аудитории, использовать материалы глобальной сети Интернет. К недостаткам стоит отнести то, что для подготовки материалов презентации требуется компьютер, либо видеокамера [2].

Графопроектор – это техническое средство для проецирования на экран изображений, нанесённых на филии (кодограммы) стандартного формата А4.

Основные преимущества графопроекторов: крупный масштаб экранного изображения, проведение демонстрации без затемнения или при частичном затемнении помещения; простота использования самим преподавателем, остающимся в ходе работы с проектором, обращенным лицом к обучаемым; использование разнообразных подготовленных заранее или создаваемых в ходе занятий носителей зрительной информации; возможность показа большой аудитории доступных зрительному восприятию опытов.

Недостатки графопроекторов:

1. Необходимость смены пленок вручную.
2. Каждый способ нанесения изображений требует соответствующего типа прозрачной пленки.
3. Громоздкость (даже мобильные варианты весят около 10 кг).
4. При необходимости изменить размер изображения придется перемещать сам проектор.

Простейшим типом проекторов являются слайд – проекторы. Слайд – проекторы относятся к классу недорогих проекторов и активно используются в науке, обучении, на официальных и неофициальных презентациях.

При установке двух (или несколько) профессиональных слайд – проекторов можно создавать потрясающие анимационные эффекты с помощью функции «наплыв кадра». Управление профессиональными слайд – проекторами может осуществляться не только с ПДУ, но и с помощью компьютера.

К достоинствам применения слайд-проекторов относят: легкость использования, профессиональное качество слайдов, легкость транспортировки. Существуют также и недостатки, такие как высокая стоимость изготовления слайдов, невозможность изготовления слайдов на рабочем месте, отсутствие возможности внесения изменений.

Интерактивная доска – это сенсорный экран, подсоединённый к компьютеру, изображение с которого передаётся на доску при помощи мультимедийного проектора проектор.

Интерактивные доски имеют ряд преимуществ:

1. Интерактивные доски похожи на обыкновенные доски, но в то же время они помогают учителю использовать средства обучения легко и непринужденно, находясь в постоянном контакте с классом.
2. Интерактивные доски помогают расширить использование электронных средств обучения, потому что они передают информацию слушателям быстрее, чем при использовании стандартных средств.
3. Интерактивные доски позволяют учителю увеличить восприятие материала за счет увеличения количества иллюстративного материала на уроке, будь то картинка из Интернета или крупномасштабная таблица, текстовый файл или географическая карта. Интерактивная доска становится незаменимым спутником учителя на уроке, отличным дополнением его слов.
4. Интерактивные доски позволяют учителю создавать простые и быстрые поправки в имеющемся методическом материале прямо на уроке, во время объяснения материала, адаптируя его под конкретную аудиторию, под конкретные задачи, поставленные на уроке.
5. Интерактивные доски позволяют ученикам воспринимать информацию быстрее.
6. Интерактивные доски позволяют ученикам принимать участие в групповых дискуссиях, делая обсуждения еще более интересными.

Выделяют следующие недостатки интерактивных досок: они намного дороже, чем стандартные доски или же проектор с экраном, их поверхность может повредиться, замена поврежденной поверхности также очень дорогостоящая услуга (в России такой ремонт, возможно, будет равноценен покупке новой доски), изображение, передаваемое на поверхность интерактивной доски, может закрываться человеком, находящимся около доски [3].

Основные задачи электронных библиотек – интеграция информационных ресурсов и эффективная навигация в них благодаря широкому распространению доступа к глобальной вычислительной сети Интернет.

Образовательные информационные технологии на базе современных интернет-технологий. Одной из важных задач современного образования является организация доступа к электронным информационным ресурсам. Одним из наиболее эффективных способов решения данной проблемы является создание электронных библиотек.

Дистанционное образование в последнее время приобретает для жителей нашей страны все большее значение. Используя современные информационно-коммуникационные технологии, люди могут учиться или принимать участие в конференциях, не выходя из дома. Это возможно за счёт технологии вебинаров.

Вебинары – это семинары или конференции, которые проводятся в удалённом (дистанционном) режиме через Интернет с использованием соответствующих технических средств. Для проведения вебинаров необходимо иметь наушники, микрофон и веб-камеру, а также программное обеспечение для проведения вебинаров.

К основным функциям, которые вебинары предоставляют пользователям, относят: слайдовые презентации, видео в режиме реального времени (обычно через веб-камеру), аудио-связь в режиме

реального времени с использованием наушников и микрофона, запись для последующего просмотра и прослушивания, текстовый чат для сеансов вопросов и ответов в режиме реального времени, голосования и выборочные опросы, удалённый рабочий стол и совместное использование приложений;

К преимуществам использования вебинаров относят: независимость от территориальной удалённости обучающегося от места обучения, уменьшение финансовых расходов на аренду помещений, кофе-брейки, распечатку раздаточных материалов, все вебинары записываются на электронные носители, что позволяет в дальнейшем использовать учебные материалы повторно.

Основным недостатком вебинаров является ограничение обратной связи для участников. В настоящее время ведутся активные исследования для решения данной проблемы [3].

Проведя анализ информационных технологий, которые используются в школе, можно сказать, что они помогают изменить и оптимизировать учебный процесс. Эффективность использования этих технологий во многом зависит от методики применения и учета физиологических особенностей ученика. Получается, что если рассматривать один отдельно взятый урок в школе, то использование информационных технологий может улучшить восприятие информации учащимися, но когда это распространится на все занятия, нужно серьезно задуматься о разумной дозировке их использования. Не просто нагружать учащихся информацией, а каждый раз серьезно анализировать, что это дает учебному процессу. Современный учитель должен учитывать развитие информационных технологий и быть готовым использовать эти технологии в своей практической деятельности.

Библиографические ссылки

1. Педагогика / под ред. Ю. К. Бабанского. М. : Просвещение, 1983. 608 с.
2. Терентьева М. А., Фесенко В. В. Техника нового поколения в учебном процессе на примере использования мультимедийного проектора // Вопросы совершенствования предметных методик в условиях информатизации образования : материалы Второй Всерос. науч.-метод. конф. студентов и аспирантов (Славянск-на-Кубани, 31 декабря 2010 г.). Славянск-на-Кубани : ИЦ СГПИ, 2011. С. 288–291.
3. Кравченя Э. М. Технические средства обучения в школе : учебное пособие. Минск : Тетра-Системс, 2005, 272 с.

© Мищенко А. Н., 2015

УДК 004.457

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОБИЛЬНОГО БАНКИНГА

Ю. В. Никитина
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yuliyani@mail.ru

Данная работа посвящена технологии мобильного банкинга, видам мобильного банкинга, анализу его использования и условиям предоставления услуги мобильного банкинга в банках Красноярска.

Ключевые слова: современные технологии, мобильный банкинг, денежные средства, банковские счета.

MODERN TECHNOLOGY IS MOBILE BANKING

Yu. V. Nikitina
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yuliyani@mail.ru

This work deals with the technology of mobile banking, mobile banking, analysis of its use and conditions for the provision of mobile banking services in the banks of Krasnoyarsk.

Keywords: modern technology, mobile banking, money, bank accounts.

Мобильный банкинг – это сервис дистанционного банковского обслуживания с помощью мобильных устройств, с использованием программного обеспечения (приложения), устанавливаемого на мобильный телефон (иное коммуникационное устройство) с GSM модулем, позволяющий держателям банковских платежных карточек дистанционно совершать платежи, получать справочную информацию по счетам и совершать другие операции [1].

С развитием науки, техники, информационных технологий мобильные технологии получили очень широкое применение. За ходом развития мобильных технологий следят во всех сферах деятельности человека, банки не являются исключением. Сегодня банки все больше стремятся предоставлять свои услуги дистанционно. В настоящее время для современных смартфонов доступен спектр разнообразных услуг: голосовое подтверждение операций, оплата, определение местонахождения банкоматов и отделений банка, позволяют своим владельцам вне зависимости от их местоположения распоряжаться их банковскими счетами, а так же различные программы лояльности [2].

В настоящее время для современных смартфонов доступен спектр разнообразных услуг: голосовое подтверждение операций, оплата товаров с помощью смартфона вместо банковской карты, определение местонахождения банкоматов и отделений банка, позволяют своим владельцам вне зависимости от их местоположения распоряжаться их банковскими счетами, а также различные программы лояльности [2].

Однако более востребованы стандартные услуги:

- проверка состояния счета;
- оплата услуг;
- копии выписки по счетам;
- денежные переводы.

Существует несколько основных видов мобильного банкинга:

- SMS-банкинг. Этот вид мобильного банкинга позволяет получать отчеты о движении денежных средств на банковском счету, узнавать сумму остатка, пополнять мобильный счет на вашем мобильном телефоне.

- Java-приложения. Он позволяет выполнять более сложные и распространенные операции со счетом (перевод средств с вашего банковского счета на другой банковский счет). Этот вид мобильного банкинга поддерживает любое мобильное устройство с поддержкой java-приложений.

- Приложения для смартфонов со своей операционной системой. Такие приложения способны решать сложные задачи по управлению и контролю вашего банковского счета.

- Упрощенные версии сайтов, разработанные специально для мобильных телефонов. Такой вид мобильного банкинга поддерживают лишь некоторые современные банки [3].

Преимущества использования мобильного банкинга основываются на главной особенности мобильных услуг: мобильный сервис позволяет установить с клиентом личный, глубоко персональный контакт. Еще одним достоинством мобильного банкинга является его большая доступность. Телефон, как средство коммуникации обеспечивает гарантии безопасности. В мобильном телефоне можно настроить несколько степеней защиты.

Однако существуют и недостатки мобильного банкинга: платежи за использование данной функции, риск завладения вашими секретными паролями и ключами сторонними лицами и злоумышленниками.

Услуги мобильного банкинга предоставляют многие банки, в частности и банки Красноярска: Восточный экспресс банк, Сбербанк, Банк Москвы, ВТБ24, Азиатско-Тихоокеанский банк, ЕНИСЕЙ и другие. Стоимость услуги небольшая, составляет примерно 30–80 рублей в месяц. Некоторые банки предоставляют эту услугу бесплатно [4].

Современные технологии позволяют нам пользоваться услугами в любом месте и в любое время. Это не только удобно, но и безопасно. Современный телефон, позволяет получать доступ к своим банковским счетам в любом месте и в любое время. На сегодняшний день осталось не так много банков, где отсутствует услуга мобильного банкинга. Мобильный бандинг – это удобный способ экономии времени и средств для операций со своим банковским счетом, простой способ контроля ваших денежных средств. Владелец счета всегда в курсе о состоянии своего счета и любых передвижениях его денежных средств.

Библиографические ссылки

1. Мобильный бандинг : словарь банковских терминов [Электронный ресурс]. URL: http://www.banki.ru/wikibank/mobilnyiy_banking/ (дата обращения: 25.12.2014).

2. Мобильный бандинг : тематический каталог статей RusArticles [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rusarticles.com/banki-i-kredity-statya/mobilnyj-banking-837451.html> (дата обращения: 22.12.2014).

3. Виды мобильного банкинга // Деньги и интернет [Электронный ресурс]. URL: <http://1webcent.ru/vidy-mobilnogo-bankinga/> (дата обращения: 22.12.2014).

4. Банки Красноярска – городская справочная служба [Электронный ресурс]. URL: <http://krasnoyarsk.1000bankov.ru/bank/> (дата обращения: 24.12.2014).

©. Никитина Ю. В., 2015

УДК 338.2

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПЛАТФОРМЫ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»

Т. И. Новикова, Ю. А. Толстикова
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: n-tatyana@bk.ru

Рассматривается значимость платформы «1С:Предприятие», эффективность управления предприятием с помощью платформы, а также ее задачи и существенные преимущества.

Ключевые слова: управление предприятием, информационные системы, ERP, система автоматизации, программный продукт, технологическая платформа, система, прикладное решение.

FEATURES AND ADVANTAGES OF THE 1С:ENTERPRISE PLATFORM

T. I. Novikova, U. A. Tolstikova
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: n-tatyana@bk.ru

The article discusses the importance of the 1С:Enterprise platform, effective management of the enterprise by means of a platform, and also its tasks and essential advantages is considered.

Keywords: business management, information systems, ERP, system of automation, software product, technological platform, system, applied decision.

Любая современная организация в процессе своего развития опирается на строгий контроль над финансовой деятельностью, тесное взаимодействие между отдельными подразделениями компании и высокую скорость принятия эффективных решений. Для исключения влияния человеческого фактора, стандартизации взаимодействия между отдельными направлениями деятельности и как следствие снижения риска возникновения ошибок сегодня используют различные информационные системы.

На данный момент программа «1С» является одним из самых важных бизнес-инструментов.

В каждом программном продукте сочетается использование стандартных решений и максимальный учет специфики задачи конкретной отрасли или рода деятельности предприятия. Сама платформа используется разработчиками для создания конкретных прикладных решений со встроенным языком программирования и библиотекой объектов, описывающих различные бизнес-процессы. Гибкость платформы позволяет применять «1С: Предприятие» в разных областях: автоматизации производственных и торговых предприятий, бюджетных и финансовых организаций и т. д.; поддержки оперативного управления предприятием; автоматизации организационной и хозяйственной деятельности; расчета заработной платы и управления персоналом и других областях [1].

Особо стоит отметить преимущества предметно-ориентированной среды на этапе поддержки системы. Наличие стандартизированной модели позволяет с существенно меньшими затратами развивать функциональность и включать в работу новых специалистов. Если представить себе стек технологий, то разработчик в среде «1С:Предприятие» будет существенно лучше понимать устройство конкретного приложения при первом знакомстве с ним, так как он знает общую технологическую и прикладную модель его построения [2].

Рассмотрим применение платформы «1С:Предприятие» на примере ремонтно-отделочной компании «Мастерок». Для автоматизации деятельности компании были созданы справочники *Сотрудники*, *Клиенты*, *Склад*, *Номенклатура* и *Поставщики*, предназначенные для работы со списками данных. Свойства и структура этих списков описываются в объектах конфигурации Справочник,

на основе которых платформа создает в базе данных таблицы для хранения информации из этих справочников.

Документы *Расход материалов*, *Приходная накладная*, *Предоставленные услуги*, *Расчет зарплаты* и *Трудовой договор* предназначены для описания информации о совершенных хозяйственных операциях или о событиях, произошедших в жизни организации. Объект конфигурации *Отчет* предназначен для описания алгоритмов, при помощи которых пользователь сможет получать необходимые ему выходные данные.

В компании «Мастерок» создано 2 вида регистров: регистры сведений и регистры накоплений. Регистр сведений *Цена за квадратный метр* предназначен для описания структуры хранения данных в разрезе нескольких изменений. Регистры накопления предназначены для описания структуры накопления данных. Эти данные хранятся в таблицах в виде отдельных записей, каждая из которых имеет одинаковую структуру. В данной компании используют два регистра накопления: *Остатки материала* (регистр накапливает информацию о проданных и поступивших на склад материалов; важен для формирования отчета *Рейтинг материалов*) и *Стоимость материалов* (данный регистр накапливает информацию о стоимости проданных и поступивших на склад материалов).

Задачи учета и управления могут существенно отличаться в зависимости от рода деятельности предприятия, отрасли, специфики продукции или оказываемых услуг, размера и структуры предприятия, требуемого уровня автоматизации. Трудно себе представить одну программу, предназначенную для массового использования и удовлетворяющую при этом потребностям большинства предприятий. При этом руководителю, с одной стороны, необходимо решение, соответствующее специфике именно его предприятия, но, с другой стороны, он понимает преимущества применения массового проверенного продукта. Сочетание этих потребностей и обеспечивает «1С:Предприятие» как система программ [3].

Библиографические ссылки

1. Автоматизация бизнеса. Преимущества использования 1С [Электронный ресурс]. URL: <http://programmist1c.ru/blog/preimuschestva-ispolzovaniya-1s/> (дата обращения: 7.04.2015).
2. 1С: Франчайзи «АБС». Платформа «1С:Предприятие» как средство разработки бизнес-приложений [Электронный ресурс]. URL: http://www.sibeaz.ru/st_sredstvo_razrabotki_1cv8.shtml (дата обращения: 7.04.2015).
3. LINKTOLINK. Зачем нужен 1С [Электронный ресурс]. URL: <http://www.linktolink.ru/articles/zachem-nuzhen-1s> (дата обращения: 9.04.2015).

© Новикова Т. И., Толстикова Ю. А., 2015

УДК 004.4

СРЕДСТВО WEB-РАЗРАБОТКИ OSG WEBSHOP

В. С. Образцова
Научный руководитель – В. В. Кукарцев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: evil_angel24@mail.ru

Рассматривается одна из отечественных программных разработок – OSG WebShop v 2.0, которая предназначена для создания интернет-магазинов. Описаны возможности, предоставляемые этим продуктом в сфере электронного бизнеса, его технические особенности.

Ключевые слова: электронный бизнес, интернет-магазин, клиент-сервер, программный комплекс.

MEANS OF WEB-DEVELOPMENT OSG WEBSHOP

V. S. Obrazcova
Scientific supervisor – V. V. Kukarcev

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: evil_angel24@mail.ru

One of home programmatic developments is examined in this article – OSG WebShop v 2.0, that is intended for creation the internet-shops. The possibilities given by this product in the field of electronic business, his technical features are described.

Keywords: electronic business, online shop, client-server, programmatic complex.

Рынок электронного бизнеса активно развивается и это вполне закономерно, ведь при разумном подходе к организации электронной торговли покупателями могут стать миллионы пользователей Всемирной паутины. Денежные и временные затраты на организацию и эксплуатацию интернет-магазина существенно ниже, чем на создание и содержание обычной торговой структуры.

Выбор оптимального по цене и качеству решения – задача не из легких. Именно поэтому многие разработчики (в том числе и Online System Group), предлагают заказчику демо-версии своих продуктов или предоставляют продукт в бесплатное пользование на ограниченное время.

OSG WebShop v 2.0 выполнен по стандартной схеме «клиент-сервер» и состоит из следующих программных модулей:

- OSG WebShop Server – серверная часть программного комплекса, которая обеспечивает взаимодействие с базой данных, где хранятся все данные о товарах, клиентах и заказах.
- OSG WebShop Service – осуществляет управление информационным обменом между серверной и клиентской частями.
- OSG WebShop Site обеспечивает взаимодействие браузера посетителя с сервером интернет-магазина.

Клиентская часть программного комплекса OSG WebShop v2.0 существует в двух вариантах – OSG Webshop Manager и OSG WebShop Link.

OSG WebShop Manager – это Windows-приложение, с помощью которого управляется серверная часть магазина и происходит синхронизация локальной части, в качестве которой выступает MS Access, и серверной базы данных.

OSG WebShop Link – компонент выполнен в виде COM-объекта и предназначен для подключения к серверной части интернет-магазина внешних программ, работающих под управлением Windows и взаимодействующих с COM-серверами, при этом все управление осуществляется непосредственно из этой программы [1].

Особенностью OSG WebShop v 2.0 является возможность управлять магазином с помощью обычного модемного соединения. Развернуть клиентскую часть можно на любом компьютере в любом месте, а подготовка и обработка полученных от сервера данных происходит в offline-режиме. Для управления интернет-магазином используется WebShop Manager, который кроме всего позволяет импортировать данные из внешних источников. Таким источником может быть прайс-лист в формате Excel – тогда надо просто указать, какие исходные поля источника данных, в какие из полей таблицы со списком товаров WebShop Manager необходимо импортировать.

Преимуществом программы является и то, что с ней могут одновременно работать несколько менеджеров, причем процессы подготовки, изменения информации и обработки полученных заказов могут выполняться в многопользовательском режиме, но обновления на сервере производятся только менеджером со статусом администратора, что позволяет избежать накладок. Кроме того, если фирма имеет несколько филиалов, менеджер может выставлять счета клиентам от разных юридических лиц, и для каждого поступившего заказа администратор может назначить ответственного менеджера. В процессе выполнения заказа менеджер управляет не только состоянием заказа, но и изменяет по мере необходимости позиции в заказе, корректирует цену, количество товаров по каждой позиции и т. п. Все изменения доступны покупателю на сайте, если он захочет проверить, как выполняется его заказ.

В любом бизнесе важна гибкая ценовая политика – OSG WebShop v2.0 предлагает индивидуальный подход к покупателю. На каждый товар менеджер магазина может выставить несколько цен, ориентируя систему на скидки как по отдельным товарам или группам, так и по конкретным авторизованным покупателям.

Для компаний, использующих в качестве back-office продукты «1С» создана конфигурация «1С:WebShop», где с помощью компонента WebShop Link осуществляется управление интернет-магазином непосредственно из «1С:Предприятие». Получая данные от back-office-системы, WebShop Link передает их серверной части по стандартному протоколу TCP/IP, а в обратную сторону идут сведения о покупателях и их заказах, которые обрабатываются компонентами программы «1С».

Программный комплекс OSG WebShop v 2.0 предоставляет огромные возможности для творчества – привлекательность дизайна витрины магазина и удобство пользования интернет-магазином со стороны покупателя [2].

Стандартно комплекс поставляется с готовым шаблонным дизайном, в котором разработчики постарались предусмотреть все варианты расположения информации о товарах, размещения специальных предложений, информационных материалов и т. д. Но этот дизайн легко может быть изменен по желанию пользователя. Используя набор специальных команд (тэгов), встраиваемых в HTML-код, возможно реализовать сложные Web-интерфейсы. Количество графических файлов, которые «присваиваются» какому-либо товару или рубрике не ограничено, что позволяет сделать каталог более наглядным. При необходимости для рубрики создается собственный шаблон вывода товаров, что позволяет любому ресурсу, созданному на базе OSG WebShop v 2.0, выглядеть оригинально.

Специальные предложения, выводящиеся на HTML-странице, могут быть как постоянными, так и зависимыми, причем их количество не ограничено. Это дает возможность проводить различные маркетинговые акции, создавая блоки типа новинки, товар дня, скидки и т. д. [3].

Программное обеспечение OSG WebShop v.2.0 давно завоевало заслуженную популярность среди пользователей благодаря оптимальному сочетанию цены и качества.

Программное обеспечение OSG WebShop v.2.0 конкурирует с такими программными комплексами как: OsCommerce, Корс-Сайт, EcommTools и др., а также имеет ряд преимуществ перед ними: обеспечивает полный набор функций, необходимых для открытия и продвижения бизнеса в интернете, причем некоторые из этих возможностей отсутствуют даже в дорогих коммерческих решениях; позволяет реализовать эффективные маркетинговые программы и даже перевести в сеть взаимоотношения с дилерами, внедрив гибкую систему скидок; благодаря шаблонной концепции дизайна, можно без особого труда изменять структуру сайта для повышения удобства магазина; логично представленная информация позволяет клиенту самостоятельно найти интересующий его товар [4].

Данный продукт подойдет для начальной стадии внедрения электронного бизнеса, когда требуется проверить и себя и рынок. Данное программное обеспечение доступно для массовой аудитории. Имеет высокое качество и относительно недорогую цену, а также простоту и удобство в использовании. Подтверждение тому – более 30 интернет-магазинов, действующих на основе данного программного обеспечения.

Библиографические ссылки

1. Обзор программного пакета OSG WebShop 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://oborot.ru/article/70/32> (дата обращения: 9.06.2014).
2. Молчанов Б. М., Синев А. В. Компьютерный журнал «КомпьютерПресс» [Электронный ресурс]. URL: <http://compress.ru/article.aspx?id=11787> (дата обращения: 9.06.2014).
3. Интернет-магазин на базе OSG WebShop – оптимальное решение [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osg.ru/ncd-1-5-6/about.htm> (дата обращения: 9.06.2014)
4. Разработка интернет-магазина по продаже программного обеспечения [Электронный ресурс]. URL: http://otherreferats.allbest.ru/programming/00086148_0.html (дата обращения: 9.06.2014).

© Образцова В. С., 2015

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КВАРТИР В Г. КРАСНОЯРСКЕ В 2012 Г

Е. Б. Пацук, И. С. Коршакевич, А. А. Елистратова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: epatsuk@mail.ru

Строится линейная регрессионная модель стоимости квартиры в зависимости от факторов, которые влияют на нее. Количество исследуемых квартир 2157, количество факторов – 13. Проводится статистический анализ уравнений. Показано, что на стоимость квартиры влияют: местоположение квартиры, количество комнат, общая площадь, площадь кухни, тип сантехнического узла.

Ключевые слова: линейная множественная регрессия моделирование, стоимости квартиры.

MODELLING OF APARTMENTS COST IN KRASNOYARSK CITY IN 2012

E. B. Patsuk, I. S. Korshakevich, A. A. Elistratova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: epatsuk@mail.ru

The linear regressive model of apartments cost was made depending on factors which influence it. The number of the studied apartments is 2157, quantity of factors – 13. The statistical analysis of the equations is carried out. It is shown that the apartments cost is influenced by: location of the apartment, number of rooms, total floor area, kitchen area, and type of sanitary conveniences.

Keywords: linear multiple regression, modeling, apartments cost.

Данные получены из агентства недвижимости «Аревера» за 2012 г. [5]. Количество данных 2157. Учтены 13 факторов, влияющих на стоимость квартиры, которые обычно указываются продавцом: X_1 – район, X_2 – количество комнат, X_3 – планировка, X_4 – этаж, X_5 – этажность дома, X_6 – материал стен, X_7 – наличие телефона, X_8 – общая площадь, X_9 – площадь жилая, X_{10} – площадь кухни, X_{11} – сантехнический узел, X_{12} – вид плиты, X_{13} – балкон/лоджия, X_{14} – стоимость квартиры.

Факторы «Балкон/лоджия», «Сантехнический узел», «Материал стен», «Планировка», «Телефон», «Плита» заменены на числовые. Фактор «Балкон/лоджия» за 0 принимается отсутствие данных, за 1 – наличие в квартире 5 лоджий, за 2 – наличие в квартире 5 балконов, и так далее до 14, за которое принимается наличие в квартире 1 балкона. Фактор «Материал стен» за 1 принимается лучший материал, из которого построен дом, – кирпич, за 4 – монолит, за 3 – панель, за 4 – шлакоблок, за 5 – дерево. Фактор «Сантехнический узел» за 1 принимается отдельный сантехнический узел, за 2 – совмещенный. Фактор «Планировка» за 1 принимается лучшая планировка квартиры – новая планировка, за 2 – сталинка, за 3 – улучшенка, за 4 – индивидуальная, за 5 – ленинградка, за 6 – хрущевка. Фактор «Телефон» за 0 принимается отсутствие телефона, за 1 наличие телефона. Фактор «Плита» за 1 принимается наличие электрической плиты, за 2 – газовая.

Статистика по фактору «стоимость»: наиболее часто встречаются квартиры со стоимостью 3000 тыс. руб. Средняя стоимость продаваемой квартиры 3273 тыс. руб. Так как эксцесс равен 102,54, то стоимость большинства продаваемых квартир близка к среднему значению стоимости. Асимметрия левосторонняя, следовательно, больше продаются квартиры по цене ниже средней.

Статистика по фактору «площадь общая»: наиболее встречающиеся квартиры с общей площадью 54 кв. м. Средняя общая площадь 57 кв. м. Так как эксцесс равен 12,01, общая площадь большинства продаваемых квартир близка к площади 57 кв. м. Асимметрия левосторонняя, значит, больше продаются квартиры, у которых общая площадь меньше средней.

Статистика по фактору «комнаты»: чаще всего продаются 2-комнатные квартиры. Среднее число комнат в продаваемых квартирах 2. Эксцесс равен $-0,35$, значит, количество комнат в продаваемых квартирах достаточно далеко от среднего числа. Асимметрия правосторонняя, следовательно, большинство квартир продаются с числом комнат выше среднего.

Статистика по фактору район: чаще продаются квартиры в Северном районе. Среднее число 11, значит, в среднем продаются квартиры в микрорайоне Больницы скорой медицинской помощи и Городского дворца культуры. Эксцесс равен $-0,97$, это означает, что продаваемые квартиры находятся далеко от Больницы скорой медицинской помощи и Городского дворца культуры. Асимметрия правосторонняя, значит, большинство квартир, которые продаются, находятся ближе к Северному району.

Статистика по фактору «сантехнический узел»: больше встречаются квартир с отдельными сантехническими узлами. Среднее число сантехнических узлов 1,4. Эксцесс равен $-0,11$, значит, количество сантехнических узлов в продаваемой квартире больше одного. Асимметрия правосторонняя, большинство квартир продаются с двумя и более сантехническими узлами.

Статистика по фактору «площадь кухни»: чаще встречаются квартиры с площадью кухни 9 кв. м. Средняя площадь кухни продаваемых квартир 8 кв. м. Так как эксцесс равен $53,73$, площадь кухни большинства продаваемых квартир близка к площади 8 кв. м. Асимметрия левосторонняя, значит, больше продаются квартиры имеющие площадь кухни меньше средней.

Исходя из предварительного анализа данных, а также опираясь на результаты работ [1–4], было решено строить линейное уравнение регрессии. Сначала был выявлен главный фактор, определяющий стоимость квартиры: это оказалась «Площадь общая». Определение следующих значимых факторов осуществляется методом всех регрессий: постепенным увеличением количества значимых факторов два, три и т. д.

С помощью анализа всех двухфакторных регрессий было выявлено, что второй по значимый фактор – количество комнат. Уравнение регрессии принимает вид

$$Z = -508,38 + 65,25 \cdot X_8 - 485,14 \cdot X_2, \quad (1)$$

(7,72) (62,92) (105,11)

где внизу в скобках указана t -статистика данного фактора.

По данному уравнению можно сделать вывод, что добавление одной комнаты увеличивает цену на 485,14 тысяч руб.

С помощью трёхфакторной регрессии было выявлено, что третий по значимый фактор район, есть местоположение квартиры. Уравнение регрессии принимает вид

$$Z = -508,38 + 65,25 \cdot X_8 - 485,14 \cdot X_2 - 27,67 \cdot X_1. \quad (2)$$

(7,72) (62,92) (105,11) (3,18)

От престижности района, стоимость квартиры повышается на 27,67 тысяч руб.

С помощью регрессии от четырёх факторов было выявлено, что четвертый по значимый фактор «Санузел». Уравнение регрессии принимает вид

$$Z = -508,38 + 65,25 \cdot X_8 - 485,14 \cdot X_2 - 27,67 \cdot X_1 + 272,21 \cdot X_{11}. \quad (3)$$

(7,72) (62,92) (105,11) (3,18) (46,47)

С увеличением количества санузлов в квартире, цена падает на 275,21 тыс. руб.

С помощью пятифакторной регрессии было выявлено, что пятый по значимый фактор «Площадь кухни». Уравнение регрессии принимает вид:

$$Z = -508,38 + 65,25 \cdot X_8 - 485,14 \cdot X_2 - 27,67 \cdot X_1 + 272,21 \cdot X_{11} + 42,96 \cdot X_{10}. \quad (4)$$

(7,72) (62,92) (105,11) (3,18) (46,47) (9,23)

В построенной модели остатки слабо гетероскедастичны. Это выявлено с помощью теста Голдфелда-Квандта и теста Уайта. Избавиться от гетероскедастичности не удалось, это означает, что на стоимость квартиры влияют факторы, которые не учтены при моделировании.

В результате проделанной работы было выявлено, что на стоимость квартиры влияют такие факторы, как «местоположение», «количество комнат», «Общая площадь», «Площадь кухни» и «Санузел». Около 80 % цены определяет главный фактор – «Общая площадь». В связи с этим следует разрабатывать рекламные проспекты для покупателей не по количеству комнат, а ориентируясь на

общую площадь квартиры, так как, например, однокомнатные квартиры могут быть общей площадью от 30 до 100 кв. м.

Авторы благодарят профессора С. И. Сенашова за постановку задачи и помощь в работе.

Библиографические ссылки

1. Senashov S., Surnina E., Juferova N. Cost estimation of information system of apartments at secondary housing markets as a management investment tool // Vestnik SibGAU. 2009, 5(26), pp. 154–157.
2. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Сурнина Е. В. Информационная система оценки стоимости квартир на вторичном рынке жилья как инструмент управления инвестициями // Вестник СибГАУ. 2009. Вып. 4(25). Ч. 1. С. 219–223.
3. Сенашов С. И., Юферова Н. Ю., Грошак Е. В. Моделирование стоимости жилья в г. Красноярске ; СибГТУ. Красноярск, 2007. 204 с.
4. Квартиры Красноярска 2011 / О. О. Табаченко, С. И. Сенашов, Е. В. Филюшина, И. В. Томаровская. Свид. о гос. регистрации базы данных № 2014620939.
5. Квартиры Красноярска 2012 / О. О. Табаченко, С. И. Сенашов, Е. В. Филюшина, И. В. Томаровская. Свид. о гос. регистрации базы данных № 2014620883.

© Пацук Е. Б., Коршакевич И. С., Елистратова А. А., 2015

УДК 004.43

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

К. О. Плотко

Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ksyu93@mail.ru

Работа посвящена анализу современных языков программирования. Выделяются и описываются главные и характерные их особенности, а также отличия от популярных в настоящее время языков программирования.

Ключевые слова: язык программирования, веб-программирование, JavaScript, компьютерные технологии.

ANALYSIS OF MODERN PROGRAMMING LANGUAGES

K. O. Plotko

Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ksyu93@mail.ru

The paper analyzes the modern programming languages. Allocated and describes the main characteristics and their features, as well as differences from the currently popular programming languages.

Keywords: programming language, web programming, JavaScript, computer technology.

Технология программирования не стоит на месте и постоянно развивается с учетом новых потребностей в сфере IT-технологий. Существуют два главных требования для языков программирования: их близость к обычному профессиональному языку определенной сферы деятельности и простота реализации. Противоречивость требований стимулирует непрерывный процесс создания новых языков и доработки существующих.

Язык программирования – система обозначений для описания алгоритмов и структур данных, определенная искусственная формальная система, средствами которой можно выражать алгоритмы [1].

В настоящее время ежегодно число языков программирования пополняется новыми. На сегодняшний день известно более двух с половиной тысяч языков программирования. Ниже рассматриваются несколько самых передовых языков программирования, каждый из которых решает свою определенную работу.

Язык Dart, разработанный компанией Google, как один из языков веб-программирования.

Как и в JavaScript, в Dart используются синтаксисы и ключевые слова, похожие на те, которые используются в языке C. Однако одним существенным различием является то, что в то время как JavaScript основывается на прототипах, объекты в Dart определяются с помощью классов и интерфейсов, как в C++ или Java [2].

Идея его создания основана на том, чтобы сделать язык таким же привычным, гибким и динамичным как JavaScript. Но пока, что этот язык мало где возможно использовать потому, что разработан для запуска на клиенте, либо на сервере.

Следующим новым языком программирования, разработанный компанией Google является Go. Этот язык общего назначения, создан для легкого программирования, подходящий для всего – от разработки приложений до программирования систем.

Язык больше похож на C или C++, чем на Java или C#. Однако, как и последние языки, Go включает в себя такие современные функции, как очистка памяти от ненужных данных, отражение текущих процессов выполнения и поддержку параллельности [2].

В языке Go понятия классов, конструкторов и деструкторов совершенно отсутствуют. Однако в нем присутствуют структуры, заимствованные из языка C, к которым возможна привязка функций, в связи с этим на языке Go можно создавать программы базирующихся на объектно-ориентированном программировании. Наличие функции очищение памяти от ненужных данных упрощает работу, по сравнению с C и C++. Язык Go еще в разработке, но тем не менее с ним можно уже работать.

Веб-программирование сложно тем, что для клиента, сервера, баз данных и т. д. свои отдельные языки программирования. Инженеры разработали новый язык Ора. Этот язык созданный с идеей того, чтобы связать в себя интерфейс пользователя, логику сервера и базу данных ввода-вывода. Компилятор самостоятельно решает, где запущена программа и выполняет написанный код.

Среда выполнения Ора объединяет собственный веб-сервер и систему управления базой данных, которые не могут быть заменены самостоятельными альтернативами. Ора поставляется бесплатно и на данный момент доступен для 64-х битных Linux и Mac OS X платформ, другие же порты пока разрабатываются [2].

С другой стороны в каждом языке существуют свои недостатки, которые ставят созданную на этом языке систему менее безопасной.

Для решения этой проблемы ученые нашли способ защиты такой, что позволяет защитить и веб-сайты, и компьютеры пользователей, разработав систему позволяющую использовать несколько языков программирования при создании одной программы.

Система Wyvern является чем-то вроде компилятора одного мета-языка, в состав которого входят все известные и популярные языки программирования. Эта система позволяет программистам разрабатывать веб-страницы и приложения, используя напрямую все возможности C, PHP, HTML, CSS, JavaScript и других языков, и избегая необходимости использования некоторых искусственных приемов, которые являются источниками потенциальной опасности [3].

Данная система не единственная, примерами подобных программ являются – Scheme, ProteaJ, Spoofox и OJ. Они также решают вышеперечисленные задачи.

В продолжение темы, был разработан новый язык программирования под названием Sketch. Особенность языка в том, что он позволяет при написании программ опускать некоторые участки кода, заполняя эти промежутки самостоятельно при этом оптимизируя получившиеся конструкции.

Основной идеей, реализованной в виде компилятора языка Sketch, является метод поиска оптимального решения определенной задачи. Известно, что любая логическая и математическая задача может быть решена несколькими путями, количество которых, в некоторых случаях, может стремиться к бесконечности [4].

Еще одним новым языком программирования стал – язык Wolfram Alpha.

Wolfram Language является языком, основанным на обширной базе знаний при помощи которой можно создавать достаточно сложные приложения, не прибегая к процессу традиционного программирования. Wolfram Language является языком, опирающимся на огромную базу знаний, в которой заключены все типовые вычислительные операции [5].

Рассмотрев современные языки программирования, некоторые из которых внедряются в программирования, некоторые еще дорабатываются можно сделать выводы о том, что в настоящее время, имея базу из двух с половиной тысяч языков программирования нет ни одного универсального. Пока такая задача не стоит, поэтому на этом этапе можно выделить систему Wyvern, система, позволяющую использовать несколько разных языков программирования при создании одной программы. Можно предположить, что хотя бы один из рассмотренных языков заменит в будущем популярных в настоящее время языков программирования.

Библиографические ссылки

1. Языки программирования [Электронный ресурс]. URL: <http://life-prog.ru> (дата обращения: 08.12.2014).
2. McALLISTER N. InfoWorld. «10 языков программирования, которые могут перевернуть мир IT» // Компьютерные вести [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kv.by/content/325498-10-yazykov-programirovaniya-kotorye-mogut-perevernut-mir-it> (дата обращения: 08.12.2014).
3. Wyvern – новая система, позволяющая использовать несколько разных языков программирования при создании одной программы // DailyTechInfo [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dailytechinfo.org/infotech/6167-wyvern-novaya-sistema-pozvolayayuschaya-ispolzovat-neskolko-raznyh-yazykov-programirovaniya-pri-sozdanii-odnoy-programmy.html> (дата обращения: 08.12.2014).

4. Sketch – новый язык программирования, способный самостоятельно оптимизировать и завершать незаконченные участки кода // DailyTechInfo [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dailytechinfo.org/infotech/5691-sketch-novyy-yazyk-programirovaniya-sposobnyu-samostoyatelno-optimizirovat-i-zavershat-nezakonchennye-uchastki-koda.html> (дата обращения: 09.12.2014).

5. Язык Wolfram Alpha – революция в области программирования // DailyTechInfo [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dailytechinfo.org/infotech/5709-yazyk-wolfram-alpha-revolyuciya-v-oblasti-programirovaniya.html> (дата обращения: 09.12.2014).

© Плотко К. О, 2015

УДК 004.057.4

ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО ОТ HTTP К HTTP2

Е. А. Расторгуева
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Elizaveta2200@rambler.ru

Рассмотрены интернет-протоколы HTTP и HTTP2. Приведены сравнительные характеристики, показаны преимущества нового протокола и основные концепции его создания.

Ключевые слова: HTTP, HTTP2, SPDY, Интернет, будущее, технологии будущего, шардинг, Google.

INTERNET-TECHNOLOGIES OF THE FUTURE-HTTP TO HTTP2

E. A. Rastorgueva
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Elizaveta2200@rambler.ru

In this work reviewed the Internet protocols HTTP and HTTP2. Are the comparisons characteristics, showing the advantages of the new Protocol and the basic concepts create of it.

Keywords: HTTP, HTTP2, SPDY, internet, future, future technologies, sharding, Google.

Любой веб-адрес начинается с комбинации «http://», учитывая, что записывать это в браузер необязательно. Аббревиатура «HTTP» на английском «Hyper Text Transfer Protocol» («протокол передачи гипертекста»), является технологией пересылки данных веб-страниц от удаленного сервера к клиентскому компьютеру. Протокол HTTP создан в марте 1991 года, Тимом Бернерсом – Ли. На самом деле, Бернерс объяснял двойной слеш не иначе как случайной ошибкой, которая ничего не значит [1].

Технология «клиент-сервер» является основой для HTTP. Суть технологии состоит в том, что клиент, он же потребитель, изначально создает соединение и посылает некий запрос, ответ на который дает ему сервер, другими словами поставщик, который ожидает какого-либо соединения, и производя необходимые действия сервер отправляет ответ на запрос в виде сообщения с результатом.

HTTP в настоящее время используется в Глобальной Сети для передачи и получения информации с веб-сайтов.

Основным объектом манипуляции в HTTP является ресурс, на который указывает URI в запросе клиента. URL расшифровывается как Uniform Resource Locator, что можно перевести, как «единый указатель на ресурс». Практически, это адрес документа. Такими ресурсами могут являться хранящиеся на сервере файлы.

Главной особенностью протокола HTTP является то, что существует возможность указать в запросе или ответе способ кодирования сообщения по различным параметрам. Именно поэтому, хоть данный протокол и является текстовым, у клиента и сервера есть право обмениваться двоичными данными [2].

В протоколе HTTP наблюдается множество погрешностей, которые замедляют время загрузки страницы в браузере, и поэтому специалисты начали работу по созданию нового протокола HTTP2, который будет отвечать современным требованиям. Большинство современных браузеров уже поддерживают последние версии HTTP2, так что после принятия стандарта через весьма короткое время можно несомненно ожидать, что все браузеры смогут его поддерживать. Уже испытывают свои

веб-сервисы для работы с HTTP2 многие крупные интернет-компании, такие как Google, Facebook и Twitter.

Первоначально HTTP разрешал использовать клиенту максимум два TCP соединения на каждый хост. И чтобы не нарушать это правило, получить большее число соединений и сократить время загрузки страницы, некоторые сайты решили придумывать новые имена хостов. Со временем, клиенты стали использовать 6–8 соединений на хост, так как это ограничение было убрано из спецификации, но по-прежнему имеется некое ограничение, поэтому сайты продолжают вести работы увеличению числа соединений. На сегодня для сайтов уже не является чем-то сверхъестественным использование более 50 или 100 соединений [4].

Причина шардинга – это размещение изображений и подобных ресурсов на отдельных хостах, которые не используют cookie. Так как cookie на сегодняшний день могут быть значительного размера, и чтобы увеличить производительность за счёт значительно меньших HTTP-запросов, можно использовать хосты изображений без cookie.

Организация, которая разрабатывает и продвигает интернет стандарты, получила название Инженерный совет Интернета (IETF). Как и в любой организации IETF состоит из «рабочих групп», у которых существует свой круг задач.

Летом 2007 года была создана рабочая группа HTTPbis, суффикс «bis» означает «два», от латинского наречия. Бис часто используют как часть имени внутри IETF для обновления или второй попыткой работы над спецификацией. Именно эта группа занималась разработкой HTTP2 [3].

HTTP2 начался со SPDY.

SPDY – это протокол, который был разработан и инициирован в Google четыре года назад, когда только началась разработка нового варианта HTTP. Они определённо разрабатывали его открыто и приглашали всех участвовать.

Новый вариант получил название SPDY. Основной задачей создания нового протокола было именно ускорение загрузки страниц. При использовании HTTP для загрузки одной страницы компьютер отправляет на веб-сервер десятки различных запросов. SPDY позволяет ускорить этот процесс при помощи технологии мультиплексирования. Это технология заключается в том, что несколько сигналов сводятся в один, а также существует система расставления приоритетов на наиболее важные запросы. По последним данным Google, технология SPDY позволяет ускорить загрузку типичной страницы GoogleNews примерно на 45 % [1].

Когда группа HTTPbis решила начать работать над HTTP2, SPDY уже был проверен как рабочая концепция. После публикации цифр, которые показывали насколько SPDY справляется со своей задачей, были сделаны выводы, что он уже доказал свою возможность реализации в Интернете. И с черновика SPDY/3 началась работа над HTTP2.

Концепция HTTP2.

- HTTP2 должен поддерживать основные задачи HTTP, так как это все так же технология «клиент-сервер».

- Ссылки <http://> и <https://> не могут быть изменены, потому что слишком большое количество информационного наполнения сайтов использует подобный метод.

- Так как не все браузеры в ближайшем будущем смогут перейти на HTTP2, должен существовать способ конвертировать данные из HTTP в HTTP2 для клиентов.

- HTTP2 должен уменьшить количество операций в протоколе, дабы исключить возможность клиенту попасть на уловку недобросовестных сайтов, это является в большей мере требованием.

- У HTTP2 не будет минорных версий, если понадобится новое расширение или изменение протокола начнется работа над HTTP3 и т. д., «клиент-сервер» должен быть совместим, либо работа не сможет выполняться [5].

HTTP2-соединение теперь может содержать множество одновременных открытых потоков. Потоки могут быть совместно использованы как клиентом, так и сервером в одностороннем порядке или быть закрыты с любой из сторон. Порядок запросов, в котором они отправляются, клиент выбирает сам, так как он играет наибольшую роль в скорости обработки. Сервер обрабатывает запросы в порядке их получения.

Мультиплексирование потоков смешивает их в пределах одного соединения. В HTTP2 допустимы десятки и сотни одновременных потоков, реализация которых весьма доступна, как по трудовым затратам, так и по финансовым, что естественно является огромным плюсом.

Каждый поток имеет приоритет, который клиент указывает самостоятельно. Такая зависимость одного потока от другого показывает всем участникам обмена, какие потоки необходимо выполнить первыми, так как они считаются наиболее важными.

Приоритеты могут меняться при обмене, что позволит браузеру повысить приоритет потокам, которые неожиданно попали в фокус, когда пользователь проматывает страницу, заполненную картинками [3].

Исходя из всего вышесказанного, можно выделить несколько преимуществ HTTP2. Несомненно, первое это то, что теперь клиент сам может настраивать приоритеты потоков. Ранее выполнять это не было возможности и появлялись некоторые проблемы в обработке запросов сервером, а если есть проблемы, то их нужно устранять, это в свою очередь влекло за собой разного рода затраты. Так же важным является то, что появилась возможность иметь множество одновременных потоков. В HTTP из-за этого существовали задержки очередей, приходилось искать пути преодоления этих проблем, теперь же этого делать не нужно.

Библиографические ссылки

1. Что могут предложить нам технологии будущего [Электронный ресурс] URL: <http://yvek.ru/интернет/интернет-технологии-будущего> (дата обращения: 05.04.2015).

2. HTTP // Сайт Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HTTP> (дата обращения: 05.04.2015).

3. Разъяснения HTTP2 [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/221427> (дата обращения: 05.04.2015).

4. Кришнамурти Б., Рексфорд Дж. Web-протоколы. Теория и практика. М. : БИНОМ, 2002.

5. Береговой В., Перепелкин Е. Основы интернет-технологий. Справочное руководство. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2002.

© Расторгуева Е. А., 2015

УДК 519.866

ДИНАМИКА ЦЕН НА ПШЕНИЧНУЮ МУКУ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

С. Ю. Рукосуева
Научный руководитель – Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: filyushina@mail.sibsau.ru

Моделируются средние потребительские цены на пшеничную муку за 1 кг в Красноярском крае по 360 данным временного ряда с 01.02.2013 по 26.01.2014. В процессе подбора наиболее подходящей оказалась полиномиальная линия тренда выбрано четвертой степени. Все коэффициенты этого уравнения статистически значимы. Уравнение адекватно опытным данным. Остатки гомоскедастичны. Построенная модель позволяет делать прогноз на месяц с ошибкой не превышающей 1 %.

Ключевые слова: моделирование, анализ данных, уравнение регрессии.

DYNAMICS OF PRICES FOR WHEAT FLOUR IN KRASNOYARSK TERRITORY

S. Y. Rukosueva
Scientific supervisor – E. V. Filyushina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: filyushina@mail.sibsau.ru

In the article are modeled the average consumer prices for wheat flour for 1 kg in the Krasnoyarsk region to 360 data time series on 01/02/2013 26/01/2014. In the process of selecting the most suitable polynomial trend line was selected fourth degree. All coefficients of this equation are statistically significant. Equation adequately the experimental data. Remains homoscedasticity. The constructed model allows prediction for the month with an error not exceeding 1 %.

Keywords: modeling, data analysis, regression equation.

Изучались данные по средним потребительским ценам на пшеничную муку за 1 кг в Красноярском крае с 01.02.2013 по 26.01.2014. В работе использовались методики и результаты, полученные в работах [1–8]. В процессе подбора наиболее подходящей линией тренда было выбрано уравнение полинома четвертой степени.

Данные выбранного временного ряда однородны, о чем говорит коэффициент вариации, равный 2,55 %. И таким образом, разброс значений цены за 1 кг пшеничной муки в Красноярском крае за исследуемый период невелик.

Значение дисперсии (стандартное отклонение) приблизительно равно 0,772.

Средняя цена за 1 кг муки в Красноярском крае за исследуемый период равна 30 руб. 22 коп., в среднем цена на муку колебалась от 29,44 руб. до 30,99 руб.

Отсортировав временной ряд по увеличению цены муки можно заметить, что ряд данных мультимодален, и его моды равны: 29,84 руб., 30,14 руб., 30,16 руб., 30,64 руб., 30,78 руб., 31,16 руб., 31,26 руб. – каждое из этих значений цены за исследуемый период наблюдалось в течение двух недель, т. е. все значения мод в данном ряду встречались по 14 раз.

Мультимодальность может указывать на то, что набор данных не подчиняется нормальному распределению Гаусса.

Коэффициент асимметрии отрицателен и больше 0,5 по модулю, следовательно, асимметрия левосторонняя, и она значительна. Соотношение среднего значения цены муки и медианы, также указывает на левостороннюю асимметрию.

Числовое значение эксцесса положительно, но близко к нулю, следовательно, кривая распределения частот довольно близка к нормальной кривой распределения и расположена чуть выше неё, т. е. распределение островершинное.

На основе данных были получены регрессионная статистика, коэффициенты уравнения, и выведены данные дисперсионного анализа.

Регрессионная статистика показала, что выбранное уравнение регрессии описывает 94% исходных данных.

Из дисперсионного анализа следует, что полученное уравнение регрессии адекватно опытными данным, все его коэффициенты статистически значимы.

Уравнение регрессии имеет вид

$$Y = 27,64 + 0,061t - 0,00035t^2 + 6,94626 \cdot 10^{-7}t^3 - 4,24454 \cdot 10^{-10}t^4.$$

Тест Голдфелда–Квандта показал, что остатки гомоскедастичны, а тест Уайта не выявил гетероскедастичность остатков.

Тест Дарбина–Уотсона показал, что имеет место положительная автокорреляция остатков первого порядка. Другой тест на автокорреляцию выявил двухнедельную автокорреляцию остатков. Данная ситуация обусловлена тем, что исходные данные были получены из статистики еженедельных цен на муку в выбранном регионе и представлены как ежедневные.

Таким образом, построенное уравнение регрессии для цен на пшеничную муку за 1 кг в Красноярском крае в целом адекватно опытными данным и его коэффициенты значимы. В результате анализа остатков было выявлено, что остатки распределены «ненормально», стационарны, и гомоскедастичны. Существует двухнедельная автокорреляция остатков.

На основании этого было построено уравнение авторегрессии остатков

$$e_t = 0,783 \cdot e_{t-7} - 0,179 \cdot e_{t-14}.$$

Таким образом, окончательный вид уравнения следующий:

$$Y = 27,64 + 0,061t - 0,00035t^2 + 6,946 \cdot 10^{-7}t^3 - 4,244 \cdot 10^{-10}t^4 + 0,783 \cdot e_{t-7} - 0,179 \cdot e_{t-14}.$$

Используя данное регрессионное уравнение, были вычислены прогнозные значения цены за 1 кг пшеничной муки на последующие несколько недель 2014 года, построены доверительные интервалы прогноза цен.

Исследование показало, что построенную модель регрессии можно было использовать для прогнозирования периода: с января по май 2014 г. с точностью прогноза 3,5 %.

Автор благодарит профессора С. И. Сенашова за внимание к работе.

Библиографические ссылки

1. Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 356.
2. Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Ариясуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 359–360.
3. Захарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США за период 01.11.1983–01.19.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 369–370.
4. Карабицына Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. С. 372–373.
5. Худяева Т. В., Сенашов С. И. Анализ динамики поступления налогов и сборов по УФНС России по Красноярскому краю // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. С. 440.
6. Рядчикова А. В., Сенашов С. И. Анализ динамики изменения дневной выручки ООО «ГИЗ» за 2011 год // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. № 6. С. 113–114.
7. Тарасов А. А., Сенашов С. И. Анализ отправки грузов в контейнерах из города Москвы со станции Силикатная в период с 01.01.2011 по 31.12.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. С. 131–133.
8. Торопова М. О., Сенашов С. И. Анализ изменения производимого хлеба предприятием ИП «Осколков» в период с 15.10.2011 по 13.10.2012 г. // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2013. С. 143–145.

УДК 004.056.53

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Л. М. Савченко
Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: qcva@yandex.ru

Научная мысль развивается быстрыми темпами и предоставляет как обычному пользователю, так и программисту широкий набор возможностей защитить персональную информацию от несанкционированного доступа. Существуют как аппаратные, так и программные средства защиты, каждое из которых имеет свои преимущества.

Ключевые слова: информационная безопасность, ПСКЗИ ШИПКА, USB-токен, антивирусные программы, HASP.

INFORMATION SECURITY

L. M. Savchenko
Scientific supervisor – T. G. Dolgova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: qcva@yandex.ru

Scientific thought is growing in quick tempo and provides as a standard user and the programmer a broad range of options to protect information from unauthorized access. There are hardware and software means of protection, all of them has its advantages.

Keywords: Information security, PSKZI SHIPKA, USB-токен, антивирусные программы, HASP.

В настоящее время почти все данные переходят в электронный вид. Вместе с переходом информации в цифровую среду совершенствуются и методы несанкционированного доступа к ней. Поэтому сейчас стремительно развивающейся отраслью становится разработка и производство средств обеспечения безопасности данных. Но так как способов нелегального проникновения существует великое множество, то и способы защиты не должны ограничиваться только аппаратными или программными.

Чтобы избежать утечки информации в организации, необходимо обеспечить персональный доступ каждого сотрудника исключительно к тем данным и техническим средствам, с которыми он непосредственно работает. Одним из решений такого ограничения являются USB-устройства. В свою очередь они делятся на электронные ключи HASP, средства криптографической защиты и USB-токены [1].

HASP: Это аппаратно-программная система защиты информации от нелегального доступа и распространения. Была разработана компанией Aladdin Knowledge System Ltd. Систему защиты составляют: электронный ключ HASP (представляет собой USB-накопитель), специальное ПО для защиты данных, также схемы и методы защиты [2]. Принцип работы системы это закрепление за определенным человеком USB-ключа, который будет необходим для доступа к данным и подтверждения легальности копии.

Средства криптографической защиты: ПСКЗИ ШИПКА – персональное средство криптографической защиты информации (шифрование, идентификация, подпись, коды аутентификации). Это специализированное USB-устройство на основе микропроцессора. Использование микропроцессора, а не микросхемы, позволяет создавать продукты с различным набором функционала, что отражается на широком выборе для пользователя, которому даются возможности выбора действительно необходимого продукта и не переплачивать за ненужный функционал. ПСКЗИ ШИПКА дает возможности:

шифровать подписи файлов электронной цифровой подписью, автоматически заполнять WEB-формы и хранить для них пароли, предоставляет услуги идентификации и аутентификации пользователя на ПК при загрузке ОС.

USB-токены: Это аналог смарт-карты (карта со встроенной микросхемой – микропроцессором и ОС), представляет собой USB-ключ или USB-брелок (отличается от USB-ключа лишь тем, что имеет вид брелка, который можно закрепить, например, на ключ). Позиционируется устройство как средство строгой аутентификации – двухфакторной или трехфакторной. Двухфакторная аутентификация подразумевает под собой использование пароля, ПИН-кода и физического ключа, магнитной карты или электронного ключа. В трехфакторной аутентификации используются предыдущие два признака и также биометрические характеристики – голос, рисунок сетчатки глаза или отпечаток пальца [4].

Далее перейдем к прикладному программному обеспечению. Учитывая, что кража информации может производиться не только из памяти компьютера, но также, сейчас это особенно становится актуально, и из памяти смартфона или планшета. Вдобавок ко всему многие крупные компании собирают данные о пользователях, собирают информации о программном обеспечении, которое установлено на их компьютерах, причем такие действия со стороны фирм не афишируются. Поэтому чтобы обезопасить накопители информации, как от шпионажа, так и от взлома, было придумано множество программ и утилит, которые могут защищать компьютер в целом, как например антивирусные программы, но и, например, исключительно работать с трафиком и другое.

Распространённой защитой являются антивирусные программы. Сейчас без них не обходится ни один компьютер. Яркие представители этого сегмента рынка программного обеспечения это ESET NOD 32, Антивирус Касперского, Dr. Web и другие. В основном эти продукты ориентированы на защиту компьютеров, хотя вслед за современными тенденциями производители адаптируют антивирусные программы и для смартфонов.

Последние модели смартфонов созданы на базе операционных систем iOS, Android, Windows 8.1, Windows Mobile. Для этих операционных систем разработаны также и свои защитные средства от кражи и шпионских программ.

Одна из первых разработанных антивирусных программ для операционной системы Android это Lookout Mobile Security. Данный продукт после установки на смартфон моментально производит сканирование файловой системы устройства и других программ. Также пользователь сам может задать расписание сканирования своего устройства или же настроить функцию поиска, если смартфон потеряется. При включении этой функции пользователь самостоятельно при помощи компьютера с подключенным Интернетом может определить местоположение смартфона на карте, причем не обязательно, чтобы на устройстве был активирован GPS-модуль.

Из бесплатных приложений можно уделить внимание GuardX Antivirus – занимается исключительно защитой гаджета и отличается «спартанским» количеством настроек. NQ Mobile Security – достойное антивирусное приложение, кроме защиты от вирусов и шпионских программ также доступна опция «черного списка» контактов, которая будет блокировать входящие звонки и SMS от абонентов, занесённых в него. Trust Go Antivirus & Mobile Security – в широкий набор функций этого антивирусного приложения входит ещё и возможность создания резервных копий необходимой информации на удаленном сервере. AVG Antivirus – данная программа, после инсталляции, сама предлагает рекомендуемые параметры безопасности, но пользователь может в любое время внести свои корректировки [5].

На данный момент операционная система iOS считается самой надежной, чего нельзя сказать об Android, которая в свою очередь, – самой не защищенной. Windows Mobile, также не отстает от iOS, и имеет свою защиту уже внутри операционной системы. Но это справедливо только в том случае, если пользователь использует исключительно те продукты, которые предоставляет ему производитель. В противном случае, используя сторонние программные продукты, существует вероятность занести на устройство вирус или шпионскую программу. Для предостережения таких атак предлагается продукт ESET NOD32 Mobile Security. Он предоставляет возможности: блокировки нежелательных SMS и MMS сообщений, защиты от потери персональных данных, удаления данных при помощи SMS-команд [6]. Также существует программный продукт Dr. Web Mobile Security. Программа проверяет самостоятельно все файлы, передаваемые на устройство, дает возможность создать «черный список» контактов, чтобы блокировать входящие вызовы и SMS и многое другое [7].

Так как антивирусные программы для защиты компьютера или ноутбука – избитая тема, то стоит рассказать о программах для защиты отдельных компонентов – интернет-браузеров, электронной почты, социальных сетей, WI-FI.

Организация Network Advertising Initiative поддерживает работу online средство, которое позволяет обнаружить тех, кто собирает о пользователе какую-либо информацию. В качестве примера, тех, кто занимается слежкой, можно назвать такие фирмы как Criteo или AppNexus.

Если говорить об электронной почте, то такие протоколы как POP3, SMTP, IMAP – оставляют данные открытыми, что дает удобную лазейку для нарушителей закона и не только. Как известно, из сведений предоставленных Эдвардом Сноуденом всему миру, агенство национальной безопасности США при помощи программы Stellar Wind накапливала метаданные по электронной почте. В связи с этой сенсационной новостью Джон Каллас, сотрудник компании Silent Circle, которая занимается шифровкой связи через электронную почту, рассказал о намереньях создать новую службу, которая будет называться Darl Mail, для защиты как электронных писем, так и метаданных. Также к разработке присоединится служба защиты электронной почты Lavabit, свернувшая работу своего сервера по причине требований со стороны ФБР все ключи шифров, защищающих сайт.

К сожалению, довольно просто перехватить данные, транслируемые через сеть Wi-Fi. Злоумышленник, используя даже недорогое программное обеспечение, может записывать пакеты данных 802.11 (IEEE 802.11 – набор стандартов связи для работы в беспроводной локальной сетевой зоне), курсирующих между компьютерами и устройством Wi-Fi. Можно попробовать установить программное обеспечение Tor (система прокси-серверов, которая позволяет создать анонимное сетевое соединение), но, как известно, идеальной защиты не бывает [8].

В заключении можно сделать вывод о том, что как бы быстро не развивались технологии защиты персональной информации – никогда не будет рецепта идеальнее, чем затворничество в темной комнате и ограничение всех связей с внешним миром. Но, все-таки, обезопасить себя можно. И самым эффективным средством будет использование как технических, так и программных средств защиты.

Библиографические ссылки

1. Конявская С. // Журнал сетевых решений LAN. № 11 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/lan/2007/11/4592946/> (дата обращения: 07.04.2015).
2. HASP // Материал из Википедии – свободной энциклопедии – 20.10.2014. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HASP> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Сергеев Ю. // CNews [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cnews.ru/reviews/free/security2006/articles/usb/> (дата обращения: 07.04.2015).
4. Седов С. // Мой android: новости, советы, слухи. 9.02.2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://myandroid.ru/zashhita-android-ot-virusov-i-shpionskix-programm-10-antivirusnyx-prilozhenij> (дата обращения: 07.04.2015).
5. ESET NOD 32 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esetnod32.ru/home/products/mobile-security/windows-mobile/> (дата обращения: 07.04.2015).
6. Dr. WEB Антивирус [Электронный ресурс]. URL: <http://products.drweb.com/mobile/?lng=ru> (дата обращения: 07.04.2015).
7. Элб Д. Цифровая оборона // Популярная механика. 2014. № 3(137). С. 50–53.

© Савченко Л. М., 2015

DATAMINING И ОБЛАСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Л. М. Савченко

Научный руководитель – С. С. Бежитский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: qcva@yandex.ru

В настоящее время DataMining достаточно распространена в коммерческой деятельности, также она представляет большую ценность для руководителей и аналитиков, так как сфера ее влияния абсолютно ничем не ограничена, она может применятся везде, где есть какие-либо данные. В данной статье мы углубимся в суть DataMining и рассмотрим ее основные грани и понятия.

Ключевые слова: DataMining, анализ данных.

DATAMINING AND ITS APPLICATIONS

L. M. Savchenko

Scientific supervisor – S. S. Bezitskii

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: qcva@yandex.ru

Currently DataMining is quite common in business, also it is of great value to managers and analysts, because the sphere of influence is not limited, it can presentsa wherever there is any data. In this article we will delve into the essence of DataMining and consider its main facets and concepts.

Keywords: DataMining, analysis of data.

До начала девяностых годов в сфере обработки знаний царствовала прикладная статистика. Она оценивала, проверяла гипотезы, но давала грубые и усреднённые результаты. Благодаря техническому прогрессу люди начали хранить огромные объёмы информации, которая была разнородной, и которую, естественно, надо было обрабатывать. Стало ясно, что необходима новая технология обработки данных, которая сможет обеспечить глубинный анализ и более точные результаты.

В 1989 году Григорий Пятецкий-Шапиро проводит семинар, с которого и начинается история DataMining. DataMining – это интеллектуальный анализ данных. Это технология, которая помогает выявлять скрытые связи в базах данных очень больших размеров.

Применение рассматриваемой технологии не имеет границ, единственное условие – наличие обилия данных. Так как DataMining развился на базе прикладной статистики, методов искусственного интеллекта, теории баз данных и многого другого, то отсюда проистекает изобилие методов и алгоритмов [1].

DataMining отказывается от концепции усреднения по выборке, чтобы не производить какие-либо действия над «фиктивными» величинами, вместо этого в основу закладывается концепция шаблонов, которые отражают фрагменты взаимоотношений данных. Шаблоны представляют собой некие закономерности, «подвыборки» данных. Благодаря такой концепции можно формулировать задачу как «Имеются ли характерные портреты клиентов, которые могут отказаться от услуг нашей компании?», вместо «Каковы средние счета нынешних клиентов в сравнении со счетами ушедших?». Нетривиальность таких найденных шаблонов и будет отражать неожиданные, скрытые знания.

Целью DataMining является нахождение таких моделей, которые не могут быть найдены обычными методами. И существует два вида моделей: предсказательные и описательные.

Предсказательные модели: позиционируются на наборе данных с известными результатами. И используются для предсказания результатов на основании других наборов данных. Это модели

классификации (описывают правила, по которым можно отнести описание объекта к одному из классов) и модели последовательностей (они описывают функции, по которым можно прогнозировать изменение непрерывных числовых параметров).

Описательные модели: они уделяют особое внимание сути зависимостей в наборе данных, взаимному влиянию различных факторов, построению эмпирических моделей. Являются легкими для восприятия человеком.

Типы закономерностей, которые может найти технология DataMining, согласно В. А. Дюку:

- **Ассоциация** – применяется, когда несколько событий связаны между собой. Например, исследования показали, что 59 % купивших чипсы берут также и газированную воду, а если есть скидка на такой комплект, то газированную воду приобретают в 79 % случаев. Если менеджеры располагают подобными данными, то им достаточно легко оценить действенность предполагаемой скидки.

- **Классификация** – выявление черт, которые будут характеризовать группу, к которой принадлежит объект, на основе обучения на уже классифицированных объектах.

- **Кластеризация** – отличается от классификации тем, что группы заранее не известны и средства DataMining самостоятельно выявляют различные однородные группы данных.

- **Последовательность** – применяется при существовании цепочки событий, связанных во времени. Например, при приобретении квартиры в течение месяца приобретается кухонная плита в 49 % случаев, а в течение трех недель – холодильник в 73 %.

- **Прогнозирование** – создание или нахождение шаблонов, которые будут истинно показывать тенденция поведения необходимых показателей по временным рядам. При помощи них можно предсказать поведение системы в будущем [2].

Вернемся к тому, что сферы применения технологии интеллектуального анализа данных ограничивается исключительно наличием обилия информации. Поэтому руководители и аналитики, использующие данную технологию, могут получать ощутимые преимущества в конкурентной борьбе.

Банковское дело – анализ кредитных рисков, привлечение и удержание клиентов, управление ресурсами. В частности, выявление стереотипов мошенничества с кредитными картами; помощь в построении модели «ценности» клиентов и соответствующих типов обслуживания.

Телекоммуникации – выявление категорий клиентов со схожими стереотипами использования услуг, как следствие – разработка ценовой политики; проведение анализа отказов; предсказание пиковых нагрузок.

Прикладная химия – выяснение особенностей химического строения соединений, определяющих их основные свойства [3].

В силу того, что DataMining развился на стыке многих областей, то можно привести классы и методы, использующие эту технологию: нейронные сети, деревья решений, генетические алгоритмы, алгоритмы ограниченного перебора, ассоциативные правила, кластерный анализ и многое другое [4].

Более того, методы интеллектуального анализа данных позволяют эффективно решать задачи структурного инженерного проектирования инновационных технических систем в металлургической промышленности [5].

Существует мнение, что интеллектуальный анализ данных это лишь веяние моды, которое довольно скоро отойдет на задний план. Но таковым DataMining нельзя назвать, потому что его появление это следующий этап процесса, развивающегося с XX века. Сильный рост вычислительной мощности компьютеров вместе с появлением дешевых электронных методов сбора информации последовательно вывели на этот этап. И игнорировать его нельзя: применяемые методы – многочисленны, а преимущества – огромны [6].

Выражаю благодарность Бежитскому С. С. за участие в поиске и подготовке материалов на тему данной работы.

Библиографические ссылки

1. Елманова Н. И. Введение в DataMining [Электронный ресурс] // КомпьютерПресс. 2003. № 8. URL: <http://compress.ru> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Технологии анализа данных: DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP : учеб. пособие. 2-е изд. / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. СПб.: 2007. 59 с.
3. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Информационные технологии» института экономики и управления [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sergeeva-i.narod.ru/inform/page11.htm> (дата обращения: 07.04.2015).

4. Чубукова И. А. Курс DataMining [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru/department/database/datamining/> (дата обращения: 07.04.2015).

5. О решении задачи оптимального выбора параметров питания линейной индукционной машины генетическим алгоритмом с локальным поиском / С. С. Бежитский, Е. А. Головенко, В. А. Горемыкин, М. В. Первухин // Вестник СибГАУ. 2010. Вып. 4. С. 23–27.

6. Шурига Л. DataMining: новое оружие для малого бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <http://datareview.info/article/data-mining-novoe-oruzhie-dlya-malogo-biznesa> (дата обращения: 07.04.2015).

© Савченко Л. М., 2015

УДК 519.257

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗРАБОТИЦЫ В ШТАТЕ АЛАБАМА

Л. М. Савченко, А. Г. Юзаева
Научный руководитель – С. И. Сенашов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: qcva@yandex.ru

Проанализированы данные по безработице в штате Алабама США в период с января 2005 года по декабрь 2014 года. Данные описываются линейной линией тренда, проверены данные на гетероскедосличность, автокорреляцию. Для остатков построено уравнение скользящего среднего с лагами один и два. В итоге, построено скорректированное уравнение и сделан прогноз на месяц вперед с приемлемой точностью.

Ключевые слова: уровень безработицы, линейная линия тренда, гетероскедосличность, автокорреляция, скользящее среднее.

MODELING OF UNEMPLOYMENT IN ALABAMA

L. M. Savchenko, A. G. Yuzaeva
Scientific supervisor – S. I. Senashov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: qcva@yandex.ru

The data on unemployment in the US state of Alabama in the period from January 2005 to December 2014. The data described by the linear trend line, checked the data on heteroskedostichnost and autocorrelation. For leftovers, equation is constructed with a moving average lags one and two. As a result, the equation is constructed and adjusted forecast for the month in advance with reasonable accuracy.

Keywords: level of unemployment, linear trend line, heteroskedostichnost, autocorrelation, moving average.

Одной из основных проблем всех стран мира является безработица. Потеря работы для большинства людей означает снижение жизненного уровня, наносит серьезную психологическую травму.

Мировая экономика представляет собой рынок, который развивается циклично: подъем, пик, спад, кризис. Во время кризиса проблема безработицы всегда выходит на первое место. Доходы предприятий падают, чтобы не обанкротиться они уменьшают свои расходы, сокращая количество рабочих.

Количество безработных в стране – показатель ее экономического благополучия. Безработица неизбежна, но ее показатели в разных странах значительно различаются.

Естественный уровень безработицы равен примерно 5 %. Этот показатель выражает то, сколько людей в любую стадию рыночного цикла находятся без работы по причинам текучести кадров, миграционных процессов, технологических изменений в производстве. А сам уровень безработицы определяется отношением количества безработных ко всему трудоспособному населению.

Для примера рассмотрим статистику уровня безработицы в штате Алабама соединенных штатов Америки [1].

Мы проанализировали 120 значений уровня безработицы, что равняется ежемесячному периоду с января 2005 по декабрь 2014 года. Для проведения дальнейшего анализа мы взяли за основу линейный тренд [2; 3]. Линейная функция выглядит следующим образом:

$$y = ax + b$$

Так как статистические данные подчиняются определенному закону распределения, теоретически, зная уравнение этого закона можно предсказать вероятность наступления того или иного собы-

тия на любой временной срок. Но на практике не существует столь точных уравнений, именно поэтому мы можем только прогнозировать на основе приблизительного уравнения закона распределения. Исходя из вышесказанного, мы не можем определить достоверные значения параметров «а» и «b», но можем найти их приближенные значения [3].

Таким образом, получаем тренд распределения уровня безработицы:

$$y = 4,08 + 0,04t.$$

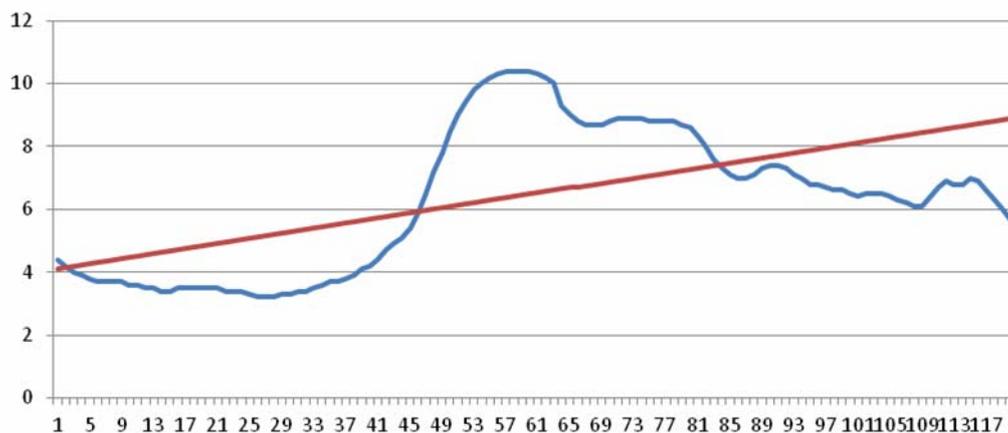


График уровня безработицы в штате Алабама и линия тренда

Для дальнейшей корректировки уравнения необходимо определить наличие или отсутствие автокорреляции в наших данных.

Её присутствие говорит нам о том, что остатки сами с собой коррелируют, следующее зависит от предыдущего, а значит будет наблюдаться сезонность, повторяемость явлений.

Для определения наличия автокорреляции проведены тесты: Спирмена, Дарбина-Уотсона и ещё один тест.

Тест Спирмена показал наличие автокорреляции, а тест Дарбина-Уотсона наличие автокорреляции первого порядка. В результате построено уравнение скользящего среднего с первым и вторым лагами:

$$e_i = \alpha e_{t-1} + \beta e_{t-2}.$$

Теперь скорректированное уравнение выглядит следующим образом:

$$y_t = 4,08 + 0,04t + 1,84e_{t-1} - 0,86e_{t-2}.$$

С его помощью можно осуществить прогнозирование на следующий месяц, после декабря 2014 года – январь 2015 года. Вычисленный уровень безработицы на январь 2015 года:

$$y_{121} = 4,08 + 0,04 \cdot 121 + 1,84 \cdot (-2,81) - 0,86 \cdot (-2,47) = 5,9 \text{ \%}.$$

На сайте размещен уровень безработицы за январь 2015 года, равный 6,0 %, что отличается от нашего прогноза на 0,1 %. Столь незначительное различие между реальными данными и прогнозом даёт нам право говорить, что по скорректированному уравнению можно делать прогнозы на следующий месяц.

Библиографические ссылки

1. Economagic [Электронный ресурс]. URL: <http://www.economagic.com/em-cgi/data.exe/blsla/lasst010000000000003> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Эконометрика : учебник для вузов / И. И. Елисеева, С. В. Курышева, Т. В. Костеева и др. 2003. № 3852. С. 272–278.
3. Гомонова О. В., Сенашов С. И., Филюшина Е. В. Эконометрика : учеб. пособие ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2011. 106 с.

УДК 338.242.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАЛЛОЛОМА В СФО

М. С. Сафонов
Научный руководитель – С. И. Сенашов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: senashov@sibsau.ru

Рассмотрены основные инструменты и проблемы управления эффективностью реализации и переработки металлолома в Сибирском федеральном округе.

Ключевые слова: эффективность, реализация, продажа металлолома.

IMPROVE TOOLS FOR EFFECTIVE IMPLEMENTATION AND PROCESSING OF SCRAP METAL IN SFR

M. S. Safonov
Scientific supervisor – S. I. Senashov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: senashov@sibsau.ru

The article is devoted basic tools and management problems for effectiveness and scrap metal recycling in the Siberian Federal District.

Keywords: efficiency, implementation, sale of scrap metal.

Каждая цивилизованная страна, стремящаяся к стабильному развитию, должна сокращать потребление первичного сырья, заменяя его вторичным.

Большая часть внутреннего валового продукта нашей страны приходится на продукцию черной и цветной металлургии. Но чтобы поддерживать такие большие объемы производства необходимо сырье – металл. Добыча руды является сложным процессом, требующим значительных капитальных вложений. При всем этом нельзя забывать, что запасы руды ограничены. А полноценно заменить первичное сырье может металлолом.

Используя лом металлов, можно сэкономить электричество, сократить технологический цикл, а значит уменьшить затраты. Производители это прекрасно понимают, как результат, некоторые пункты приема металлолома открывают непосредственно заводы [1].

Ведущими отраслями промышленности Сибирского Федерального округа (СФО) являются цветная и черная металлургия, металлообработка. На территории СФО хорошо развитая металлургическая промышленность, в основном она сконцентрирована в Новосибирской и Кемеровской областях, а также в Красноярском крае.

Особенно выгодным для предприятий металлургии использование металлического лома становится на фоне значительного увеличения цен на железную руду. Рост интереса к нему обусловлен ускоренным развитием составной части металлургического комплекса – электрометаллургии – наиболее экологически чистого способа получения металла.

И потребление вторичного металла продолжает стремительно расти. Именно высокий спрос на металлолом, модернизация литейных и плавильных предприятий уже в ближайшем будущем может привести к дефициту лома в СФО. Ситуация осложняется еще и тем, что основная часть крупных предприятий металлургического комплекса СФО сконцентрирована на сравнительно небольших пространствах, металлолома с которых им явно не хватает [2].

Постоянно растущие спрос и цена на металлолом в сочетании с постоянным сокращением его наиболее легких для переработки видов, заставляют искать пути решения нелегких задач – как сде-

лать экономически выгодную переработку металлолома? Какие именно использовать технологии и оборудование? Как из низкокачественного начального сырья сделать продукт, который будет высоко цениться на металлургических заводах?

В этой ситуации основными направлениями развития переработки лома черной и цветной металлургии является: разработка инновационных видов оборудования и технологических процессов глубокой переработки лома; проведение работ по повышению качества вторсырья (в том числе и за счёт сортировки и фракционирования лома); максимальное извлечение металла из шлаков с рациональной его очисткой; повышение квалификации специалистов в области металлопереработки.

Частично проблему дефицита лома в будущем может решить развитие производства альтернативных видов сырья – железа прямого восстановления и губчатого железа (руда, обогащенная свыше 90 %).

Также параллельно должна вестись работа по совершенствованию законодательства в этой отрасли, так как без этих изменений все технологические новшества не принесут существенного экономического эффекта.

Важнейшей проблемой этой отрасли были и к сожалению по-прежнему остаются нелегальные действия с металлоломом.

Нередки случаи вооруженных столкновений расхитителей с охраной объектов. Надо отметить, что от действий нелегалов страдают и рядовые граждане Сибирского региона. Выходом из создавшейся ситуации может стать выработка механизмов приведения действующих стандартов и регламентов к мировым образцам.

Этот шаг даст не только положительный экономический эффект, но и поможет сделать рынок заготовки лома законопослушным: сертифицированные по мировым стандартам площадки не смогут работать с нелегалами.

Разрешить вопрос будет легче, если запретить наличные расчёты на этапе сдачи приёмки сырья. На сегодняшний день ужесточаются требования к лицензированию пунктов приёма лома. Кроме того, в ряде регионов разработаны перечни разрешенного и запрещенного к приему металлолома. Таким образом, максимум ответственности будет сконцентрирован на приёмщиках, а не на переработчиках.

В ситуации, когда между первичными заготовителями лома и металлургическими комбинатами работают несколько посредников, цена на ресурс на каждом этапе увеличивается на 20–30 %. Во избежание данной ситуации можно использовать отсрочку выплаты денежных средств за лом на 180 дн. В условиях огромного дефицита оборотных средств отсрочка на такой период времени для большинства трейдеров будет невыгодна.

Для дочернего предприятия тоже может действовать такая же отсрочка, но за счет масштабов холдинга, куда входит дочерняя организация, возможно обеспечить доступ к сравнительно дешевым кредитам, ставка по которым будет недоступна для большинства трейдеров. Таким путем отсекается весь транзит, по максимуму загружается оборудование на площадках. Именно так работают крупные иностранные трейдеры в отношении поставок лома морским транспортом [3].

Одной из возможностей реализации логистических методов на рынке лома является оптимизация транспортных затрат. Разрозненным мелким поставщикам достаточно сложно снизить затраты на транспортировку.

Эффективность работы предприятий во многом зависит от условий, при которых в данный момент протекает деятельность на рынке, т. е. его конъюнктуры. Для принятия оперативных решений по управлению эффективностью реализации и переработки металлолома в Сибирском федеральном округе необходим постоянный мониторинг рынка.

В заключение следует отметить – несмотря на то, что отечественный рынок металлолома имеет ряд принципиальных недостатков и необходима тщательная и планомерная работа по его окультуриванию, металлоперерабатывающая отрасль Сибирского федерального округа вступает в новую фазу своего развития и большинство участников рынка СФО признаёт будущее за инновационными технологиями.

Библиографические ссылки

1. Об отходах производства и потребления : федер. закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (с изм. от 29 декабря 2014 г. № 485-ФЗ).
2. Асанкин Р. Р. Сумасшедший лом // Коммерсантъ деньги. 2012. № 42(749). С. 46.
3. Индин Р. О. Год кризиса: резкое падение и медленный подъем // Вторичные металлы. 2014. № 5/12. С. 31–33.

УДК 004.387

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

А. А. Сдельникова, В. С. Шкирандо
Научный руководитель – А. П. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: sdelnikova.alya@mail.ru

Рассматриваются основные методологические подходы (технический, онтологический и психологический) к исследованию виртуального мира, а так же установлено, что указанным подходам присуща комплементарность описания виртуальной реальности. Также рассматриваются приборы, которые помогают погрузиться человеку в виртуальный мир, их применения в различных аспектах жизни.

Ключевые слова: виртуальная реальность, очки Hololens, шлем OculusRift, интегральная реальность.

VIRTUAL REALITY

A. A. Sdelnikova, V. S. Shkirando
Scientific supervisor – A. P. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: sdelnikova.alya@mail.ru

This article discusses the main methodological approaches (technical, psychological and ontological) to the study of the virtual world, as well as established that this approach is inherent complementarity description of virtual reality. Just considered devices that help a person to dive into the virtual world, their application in various aspects of life.

Keywords: virtual reality goggles Hololens, helmet Oculus Rift, integral reality.

Виртуальная реальность – это место, в которое человек может погрузиться целиком и полностью и найти там гораздо больше, чем в реальной жизни, а также, не думая о том, чтобы отличать виртуальное от реального.

Технологии, которые окружают нас повсеместно и позволяют нам погружаться в виртуальный мир, стали применяться нами во всех аспектах нашей жизни. Они открывают перед нами огромное количество возможностей, новый путь визуализации своей работы, исследование тех мест, где мы никогда не были и новые возможности создавать те вещи, которые мы придумываем.

Объектом исследования являются приборы, позволяющие человеку погрузиться в виртуальную реальность.

Компания Microsoft представила один из новых продуктов, среди которых есть и голографические очки HoloLens, которые способны создавать реалистичные голографические изображения [3]. Сообщается, что во время тестирования своего продукта компания Microsoft сотрудничала с космическим агентством NASA создавшее специальное программное обеспечение, которое помогает ученым наглядно исследовать поверхность Марса [4].

Корпус очков опоясан массой разнообразных датчиков, отсылающих сопроцессору информацию со скоростью терабайт в секунду.

Поле зрения 120-градусных камер, совмещенных с сенсором для определения глубины окружающего пространства [3].

Изображение формируют две линзы, каждая из которых состоит из трех слоев (синего, зеленого и красного) стекла со множеством крошечных канавок.

СНololens разработчики смогут приступить к созданию голограмм уже этой весной. Для этого Microsoft выпустит HoloStudio для 3D-моделирования и откроет Holographic API, который появится в ближайшей сборке Windows 10 [5].

Второй прибор виртуальной реальности шлем OculusRift. Эта уникальная разработка от компании Oculus VR (которая, кстати, была куплена корпорацией Facebook) расширила границы возможно-го для индустрии игр и научных исследований. Сегодня доступна усовершенствованная версия шлема OculusRift DK2 с пятидюймовым OLED-дисплеем для четкой картин-ки. С ней OculusRift может с высокой точностью отобразить производимые в реальности повороты головы и картинка будет сле-довать синхронно всем действиям [1].

Сохранения низкой латентности побудила разработчиков OculusRift установить в версию DK2 LatencyTester – режим, который анализирует производительность за счет проверки скорости реакции за перемещениями головы игрока.

Разработчик ролевых и стратегических игр Nival провел релиз уникальной в своем роде обу-чающей программы InMind, адаптированной для устройства виртуальной реальности OculusRift. В игре можно отправиться в виртуальное путешествие по человеческому головному мозгу и восста-новить его поврежденные области [2].

OculusRift находит свое применение в Архитектуре, позволяя архитектору предусмотреть безо-пасность, надежность постройки задолго до ее возведения. В образовании и лечении аутизма помога-ет людям не только осваивать теорию, но и наглядно изучать материал в процессе обучения, детям с болезнью аутизм помогает в виртуальной реальности лучше взаимодействовать с людьми. OculusRift упрощает процесс создания трехмерных моделей для работы с принтерами 3D. Также этот прибор помогает в лечение тревог и фобий. Люди, находясь в виртуальном мире, могут бороться с тревож-ными расстройствами и фобиями.

На сегодняшний день в продажу поступила уже вторая версия шлема OculusRift DK2. Точная дата поступления финальной версии шлема в открытую продажу пока не известна, но скорее всего это будет конец 2016 года [1].

Нейрофизики Калифорнийского университета продолжают изучать работу мозга в условиях виртуальной реальности. Не так давно они выяснили, что нейроны мозга, отвечающие за картографи-рование пространства, реагируют на виртуальную реальность не так, как на реальные условия.

Был проведен опыт на крысах, которые были погружены в виртуальную реальность и было оче-видно, что в виртуальном мире нейроны гиппокампа крыс срабатывали совершенно случайно, буд-то не имели ни малейшего представления, где находились крысы – хотя сами крысы вели себя совершенно нормально в реальном и виртуальном мирах [2].

Мы проводим большую часть дня, глядя на экраны, которые делают нашу жизнь и работу более интересной и продуктивной, ну а что если бы мы смогли соединить два мира? Один журналист Wired назвал «интегральной реальностью», соединяющей лучшее цифровых и аналоговых миров. Основ-ным интерфейсом между цифровым и физическим миром сегодня остается плоский и неизменный экран и теперь экраны постепенно переходят на стены, размываются, приобретают формы и даже за-пахи [4].

Самоуправляемые автомобили избавят нас от стресса, агрессивного поведения на дороге и па-раллельной парковки. Это приведет к тому, что сам физический дизайн автомобиля должен быть полностью пересмотрен с целью гораздо большего взаимодействия с человеком и связи между пас-сажирами и внешним миром.

Огромные способности откроются у людей с ограниченными возможностями. Быть прикован-ным к постели не означает, что вы не можете исследовать неизведанные планеты на космических ко-раблях.

Произойдет глобальная виртуальная революция, которая в значительной степени изменит мир. Летные симуляторы, пожалуй, наиболее узнаваемая форма обучения в виртуальной реальности, включая как собственно полеты, так и, например, прыжки с парашютом.

Самая бурная область виртуальной реальности сегодня – это игры, но игры это не последняя область применения этих приборов, к которой пришли разработчики, в ближайшее время.

Таким образом, виртуальная и дополненная реальности объединятся, и в конечном итоге будут использовать одно аппаратное обеспечение. И, скорее всего, все дойдет до точки, когда мы сможем носить гарнитуру, создающую виртуальную реальность, целый день. Когда люди начнут активно использовать приборы виртуальной реальности, то возникнет проблема, которая была поставлена учеными в еще в начале XIX века. Они выяснили, что у людей с большим влиянием виртуальной ре-

альности обнаруживается высокий процент удовлетворенности жизнью, а, следовательно, виртуальная реальность станет веселее и значимее, чем сама реальность. Это может спровоцировать массовую эмиграцию из реального мира, поскольку общество захочет жить в виртуальной реальности. С каждым днем виртуальная реальность приближается в нашу жизнь. На ранних этапах это может казаться фантастикой и про это можно только говорить, но нет, в ближайшем будущем мы сможем все окунуться в тот мир, который мы хотим видеть. А что касается интегральной реальности, то она придет на смену виртуальной реальности, это будет следующий шаг развития и продолжение нашей новой жизни.

Библиографические ссылки

1. OculusRift DK2 [Электронный ресурс]. URL: <http://glassfans.ru/oculus/> (дата обращения: 12.03.2015).
2. Нестандартные возможности OculusRift DK2 [Электронный ресурс]. URL: <http://my-oculus.ru/> (дата обращения: 12.03.2015).
3. «Умные» очки Microsoft: чем HoloLens лучше GoogleGlass и OculusRift [Электронный ресурс]. URL: <http://hitech.vesti.ru/news/view/id/6299> (дата обращения: 15.03.2015).
4. Hi-New.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://hi-news.ru/tag/oculus-rift> (дата обращения: 15.03.2015).
5. Microsoft показал очки, дополняющие реальность 3D-объектами [Электронный ресурс]. URL: <http://point.md/ru/novosti/hi-tech/microsoft-pokazal-ochki-dopolnyayuschie-realjnostj-3d-objektami> (дата обращения: 16.03.2015).

© Сдельникова А. А., Шкирандо В. С., 2015

УДК 004

ЭТЮД НА ТЕМУ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Ю. В. Скутина

Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: juliaskutina@mail.ru

Рассматриваются необходимость применения САПР и информационных технологий в промышленности, которые позволяют уменьшить срок внедрения новых изделий, а также оказывают существенное влияние на технологию производства, что позволяет повысить уровень качества и надежности выпускаемой продукции, повышая ее конкурентоспособность

Ключевые слова: информационные технологии, системы автоматизированного проектирования, модернизация промышленности.

THE ETUDE ON INDUSTRIAL EVOLUTION

Y. V. Skutina

Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: juliaskutina@mail.ru

In article need of application of SAPR and information technologies for the industry which allow to reduce the term of implementation of new products are considered, and also have essential impact on the production technology that allows to raise the quality level and reliability of products, raising its competitiveness.

Keywords: information technology, computer-aided design, modernization of industry.

Промышленные предприятия играют большую роль в развитии городов, районов, страны в целом. Так как многие из них являются градообразующими предприятиями и опорой страны в экономической сфере. Это промышленные мамонты с огромной технической, технологической и конструкторской базой. В производственном процессе задействованы десятки тысяч людей рабочих специальностей, которые работают на большом количестве токарных, фрезерных, шлифовальных и других станков.

Но с течением времени и переворотами в истории страны многие предприятия испытывали трудности, закрывались или были проданы, перепрофилированы. Но те, которые сумели сохранить свою деятельность, в настоящее время столкнулись с новой проблемой – технический прогресс. Большая часть технической базы предприятий не была модернизирована и устарела. Для того чтобы продолжить свою деятельность и выпускать конкурентоспособную продукцию предприятиям необходимо модернизировать производство и успевать за инновационными процессами.

Сама модернизация заключается как в разработке новых технологических схем, технологических процессов, так и закупке нового оборудования, которое в настоящее время является синтезом механики, электроники и информационных технологий, на применении которых заострим внимание.

В настоящее время информационные технологии применяются для сбора и накопления, анализа и переработки полученной информации, что способствует успешной деятельности различных предприятий. Именно сейчас, когда компьютеры и компьютерная техника прочно вошла в нашу обыденную жизнь, модернизация не может произойти без компьютерной автоматизации, так как уже невозможно производить современную конкурентоспособную технику и продукцию без ее применения.

На данном этапе развития, компьютерная модернизация реализуется через системы автоматизированного проектирования (САПР). Система автоматизированного проектирования – это организационно-техническая система, состоящая из совокупности комплекса средств автоматизации проектирования и коллектива специалистов подразделений организации, выполняющая автоматизированное проектирование объекта, которое является результатом деятельности организации.

Данная система, при использовании в машиностроении позволяет проведение конструкторских, технологических работ, работ по технологической подготовке производства. Она помогает выполнять разработку чертежей, производить трехмерное моделирование изделия и процесса сборки, проектировать вспомогательную оснастку. Например, штампы и пресс-формы, составлять технологическую документацию и управляющие программы (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), ведется архив. Современные САПР применяются для сквозного автоматизированного проектирования, технологической подготовки, анализа и изготовления изделий в машиностроении, для электронного управления технической документацией. Объединение САПР с автоматизированной системой управления предприятием (бухгалтерский учет, экономический анализ и прогноз, вопросы материально-технического снабжения, управление складами, планирование и диспетчеризация производственных процессов) позволяет создать единый информационный комплекс.

Применения данных информационных систем в совокупности с обновлением технической базы предприятия, позволяет более комфортно и легко произвести модернизацию производства, ускорить и облегчить внедрение в производство новых изделий, продукции. Продукции, которая будет обладать более высоким уровнем качества и надежности, что раньше и сейчас способствует повышению ее конкурентоспособности на рынке [1–3]. И, соответственно, дает стимул к увеличению объема производства, обновления и усовершенствования технологических процессов

Так как на своей базе САПР позволяет создавать и управлять работой на всех этапах жизненного цикла продукции, например:

- этап проектирования: описание объекта, обладающего рядом свойств;
- этап планирования и разработки процесса: окончательное описание объекта, его технологическая и конструкторская разработка, создание конструкторской документации, технологического процесса;
- этап производства: создание спроектированного объекта с предварительной подготовкой производства;
- этап проверки: контроль качества произведенного продукта, на соответствие конструкторской документации и технологическому процессу,
то внедрение этих систем на базе промышленных предприятий, позволяет реанимировать их и дать им возможность дальнейшего развития.

Таким образом, для промышленной экономики необходим инновационный подход и внедрение САПР, для высокого развития промышленности на рынке, уменьшения времени и трудозатрат при внедрении новых изделий. Так как инновационный процесс в мире не стоит на месте, а САПР позволяет предприятию быть экономически устойчивым и гибким в современных условиях.

Библиографические ссылки

1. Левин В. И. Информационные технологии в машиностроении. М. : Академия, 2013. 272 с.
2. Девжеева Т. Г., Калинин А. К. Актуальность применения информационных технологий в машиностроении // Технические науки. 2014. № 3. С. 25.
3. Тимофеев В. Е., Савостьянова И. Л. Анализ изменения объема выпуска штампованных автомобильных колес ООО «КраМЗ» // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 392.

© Скутина Ю. В., 2015

УДК 004.9

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Я. Р. Тарасова
Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: savostyanova@sibsau.ru

На примере компании ОАО «РЖД» рассмотрены возможные пути развития безопасности грузоперевозок на железнодорожном транспорте, автоматизация процессов функционирования железнодорожного транспорта, а также создание виртуальной модели Российских железных дорог.

Ключевые слова: импортозамещение, безопасность грузоперевозок, виртуальная модель РЖД, ВНИИЭФ.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT IN SPHERE OF CARGO TRANSPORTATION IN RAILWAY TRANSPORT

Y. R. Tarasova
Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: savostyanova@sibsau.ru

On the example of JSC “Russian Railways” reviewed possible ways of development cargo security in railway transport, automation of process on the railway and creation of a virtual model of Russian Railways.

Keywords: import substitution, cargo security, virtual model of Russian Railways, VNIIEF.

Первоочередная задача для ОАО «РЖД» – это использование заготовок ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (Российский федеральный ядерный центр Всероссийский НИИ экспериментальной физики) в области импортозамещения и создания высококачественных электронных составляющих для систем управления и безопасности движения поездов.

Импортозамещение, то есть замещение импорта товарами, произведенными отечественными производителями, является системой экономического развития, которая включает в себя инфраструктуру, культуру, образование, науку. Именно поэтому проект сегодня так широко освещается, в том числе и за рубежом [1].

В рамках реализации глобальных инфраструктурных проектов, таких как Транс-Евразийский пояс развития и сеть высокоскоростных магистралей стоит вопрос об особой актуальности создания математических моделей прогнозирования транспортных потоков.

За последние несколько лет специалисты ОАО «РЖД» совместно с ядерным центром разработали автоматизированную систему «ИнфраПрогноз». Это имитационная модель процесса грузоперевозок, которая будет помогать в работе диспетчерам и линейным работникам в режиме онлайн на всей сети ОАО «РЖД». В настоящее время на полигонах РЖД она проходит опытную эксплуатацию.

Основными целями данной системы являются:

- оптимизация процессов управления движением поездов;
- оптимизировать ремонтно-восстановительные и станционные работы;
- оптимизация процессов содержания инфраструктуры железнодорожного транспорта на основе прогнозных технологий;
- повышение качества услуг по доставке грузов;
- снижение затрат.

АС «ИнфраПрогноз» увязывает в единое целое все процессы функционирования железнодорожного транспорта. Она использует массивы данных о планах погрузки, проведения ремонтных работ, а также текущей загрузки инфраструктуры и моделирует на их основе процессы составления грузовых поездов и подвязки к ним локомотивов и локомотивных бригад, выбора маршрутов проследования, расчета графика и т. д. [3].

Ключевым направлением, развиваемым с 2012 года, остается система оповещения о приближении подвижного состава на переездах. Особенность этих систем заключается в применении беспроводных технологий, позволяющих отказаться от прокладки заглубленного кабеля вдоль рельсовых путей.

ВНИИЭФ вносит существенный вклад в решение стратегических задач развития и безопасности железнодорожного транспорта. За счет использования разработанных ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» суперкомпьютеров и специализированных алгоритмов впервые появилась возможность проведения оптимизационных и имитационных расчетов на детализированных данных, которые учитывают параметры всех межстанционных участков, станций, поездов, локомотивов и вагонов для сети ОАО «РЖД». В качестве базового элемента сотрудничества предложено сформировать виртуальную модель РЖД на базе суперкомпьютерных технологий. Объектами виртуальной модели будут являться:

- железнодорожные линии различных категорий;
- системы управления объектами;
- подвижной состав;
- инфраструктура.

Для решения этой масштабной задачи в рамках импортозамещения ВНИИЭФ обладает многими компетенциями:

1. Отечественным прикладным программным обеспечением.
2. Технологией и программной платформой имитационного моделирования сложных технических систем.
3. Вычислительной базой мирового уровня.
4. Импортонезависимым комплексом.
5. Экспериментально-стендовой базой [4].

В дальнейшем будет осуществляться развитие технологий контроля состояния объектов железнодорожного транспорта, неразрушающего контроля и вибродиагностики, математического моделирования технико-технологических и экономических процессов железнодорожного транспорта, информационной и функциональной безопасности систем железнодорожной автоматики и телемеханики. [2]

Библиографические ссылки

1. Бурко Р. А. Роль импортозамещения в экономике России // Молодой ученый. 2013. № 11. С. 301–303.
2. Ковалева В. И. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах. М., 2010.
3. Официальный сайт ОАО «РЖД». [Электронный ресурс]. URL: <http://rzd.ru/> (дата обращения: 02.03.2015).
4. Российский федеральный ядерный центр Всероссийский НИИ экспериментальной физики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vniief.ru/> (дата обращения: 02.03.2015).

© Тарасова Я. Р., 2015

УДК 004.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WMS-СИСТЕМ В ОРГАНИЗАЦИИ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Е. С. Фомкина
Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: e-fomkina@inbox.ru

В настоящее время происходит активное развитие складской логистики как области знаний и практической деятельности, также происходит рост необходимости в оптимизации товаропотоков. Однако не все компании четко представляют, как эффективно осуществить автоматизацию складского хозяйства. В данной статье пойдет речь о современной системе управления – WMS, обеспечивающая автоматизацию и оптимизацию всех процессов складской работы профильного предприятия.

Ключевые слова: складская логистика, экономическая эффективность инвестиций, оптимизация бизнес-процессов.

THE USE OF WMS SYSTEMS IN THE ORGANIZATION OF WAREHOUSE LOGISTICS

E. S. Fomkina
Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: e-fomkina@inbox.ru

Currently, there is an active development of warehouse logistics as an area of knowledge and practices, as there is a growth in the need to optimize the flow of goods. However, not all companies are clearly how to effectively implement the automation of storage. In this article, we will talk about the modern management system – WMS, providing automation and optimization of all processes of warehouse work profile of the enterprise.

Keywords: warehouse logistics, the economic efficiency of investments, optimization of business processes.

Основной задачей складской логистики является оптимизация бизнес-процессов приемки, обработки, хранения и отгрузки товаров на складах. Складская логистика определяет правила организации складского хозяйства, процедуры работы с товаром и соответствующие им процессы управления ресурсами (человеческими, техническими, информационными) [3].

Первые WMS-системы, которые устанавливали российские компании, были просты по своим функциональным возможностям и, как правило, включали в себя адресное хранение продукции и оперирование этой продукцией с помощью штрих-кодов. Однако уже это позволило достичь порядка в хранилищах и, как следствие, видимого эффекта для бизнеса [1].

На сегодняшний день целями внедрения WMS-систем является:

- активное управление складом;
- увеличение скорости набора товара;
- получение точной информации о месте нахождения товара на складе;
- эффективное управление товаром, имеющим ограниченные сроки годности;
- получение инструмента для повышения эффективности и развития процессов по обработке товара на складе;
- оптимизация использования складских площадей [3].

WMS-системы устроены таким образом, что при получении товара на сортировочный склад сотрудник сразу же получает информацию о количестве продукции, которую необходимо отгрузить в определенный регион, а также о наличии и качестве транспорта. Сам сотрудник регионального склада получает информацию о дате поставки товара, его количестве и мгновенно распределяет этот товар по торговым предприятиям. Работа происходит в реальном времени [2].

При внедрении нового продукта в компанию, необходимо убедиться в экономической эффективности инвестиций. Каждый проект внедрения WMS-систем уникален, так как сильно зависит от специфики склада и обрабатываемых материальных потоков. Для расчета прогнозируемого экономического эффекта от внедрения WMS-систем необходимо провести обследование конкретного склада.

Таким образом, использование систем класса WMS – залог успешности торговой компании в конкурентной борьбе на рынке. Во-первых, система позволяет повысить скорость работы складов. Во-вторых, экономит средства на содержание службы логистики. В-третьих, WMS-система может реально увеличить эффективность работы логистических служб, а также позволяет рационально использовать складские помещения, оптимизировать загрузку товара, избежать перегрузку транспорта и даже позволит экономить транспортные расходы [5].

В заключение, необходимо отметить, что не корректно требовать снижения затрат на складскую логистику за счет внедрения WMS-систем. Правильнее сказать, что с учетом периода окупаемости ожидается повышение производительности склада и качества сервиса без увеличения численности персонала и без расширения складских площадей. Отсюда следует, что принимать решение о внедрении WMS-систем необходимо на определенном этапе развития сбытовой сети (роста продаж) компании [4].

Библиографические ссылки

1. Алесинская Т. В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления. Ч. 3. Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010.
2. Warehouse Management System. Системы управления складом [Электронный ресурс] // Портал TADVISER Государство. Бизнес. ИТ. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/WMS> (дата обращения: 22.03.2015).
3. Система управления складом [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_управления_складом (дата обращения: 01.04.2015).
4. ERP и WMS: назначение, сходства и отличия [Электронный ресурс] // AXELOT ИТ-консалтинг и автоматизация предприятия. URL: <http://www.axelot.ru/Company/publ/erp/> (дата обращения: 02.03.2015).
5. Как WMS помогают экономить [Электронный ресурс] // CANAVARA Group. URL: http://canavara-group.ru/all-news/kak_wms_pomogayut_ekonomit/ (дата обращения: 22.03.2015).

© Фомкина Е. С., 2015

УДК 004.9

ТЕХНОЛОГИИ DATAMINING ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БИЗНЕСА

В. А. Хлупичев

Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: savostyanova@sibsau.ru

Рассматриваются возможности применения технологии DataMining (интеллектуального анализа данных) в бизнес среде. Приводится краткий обзор программных продуктов реализующих методы DataMining.

Ключевые слова: DataMining, интеллектуальный анализ данных.

DATAMINING TECHNOLOGY FOR THE BUSINESS ENVIRONMENT

V. A. Khlupichev

Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: savostyanova@sibsau.ru

The aim of this article is to show the possibility of applying DataMining solutions for the business environment. Provides an overview of software implementing methods DataMining.

Keywords: DataMining for the business environment.

«За последние годы, когда, стремясь к повышению эффективности и прибыльности бизнеса, при создании БД все стали пользоваться средствами обработки цифровой информации, появился и побочный продукт этой активности – горы собранных данных: И вот все больше распространяется идея о том, что эти горы полны золота» [1].

На сегодняшний день информационная система любого предприятия содержит огромное количество данных, которые в совокупности могут стать источником ценной информации, такой как: сведения о тенденциях и закономерностях. DataMining отличается от других инструментов анализа и обработки данных тем, что вместо проверки заранее предполагаемых пользователем закономерностей, он способен находить взаимосвязи самостоятельно на основе набора данных.

На рынке представлено множество продуктов и инструментов, включающих различные методы DataMining, делая это направление все более популярным и доступным. Опыт некоторых предприятий показывает, что отдача от использования технологий DataMining может достигать 1000 %. Например, известны сообщения об экономическом эффекте, в 10–70 раз превысившем первоначальные затраты от 350 до 750 тыс. долл. [2]. DataMining представляют большую пользу для руководителей предприятия и аналитиков. С помощью этих методов можно получить значительные преимущества в конкурентной борьбе [3].

Рассмотрим примеры задач, при решении которых DataMining активно применяется и дает реальные результаты.

Одной из основных задач при применении инструментов DataMining в коммерческой организации, является сегментация пользователей. Разбивая своих клиентов на различные группы, организация имеет возможность сделать свою маркетинговую и рекламную политику более целенаправленными и результативными, предлагая каждой группе клиентов определенные виды товаров и услуг, в которых они нуждаются. Также возможно классифицировать клиентов не «более выгодных» и «менее выгодных». Для наиболее выгодного сегмента клиентов имеет смысл проводить более активную маркетинговую политику.

В банковской сфере, а именно в сфере кредитования на основе накопленных данных о платежах по кредитам можно выделить класс некредитоспособных клиентов и определить их общие черты. Получившийся набор критериев может использоваться для вынесения решения о предоставлении кредита в будущем.

В сферах розничной торговли и маркетинга часто применяется поиск ассоциативных правил, для определения часто встречающихся наборов товаров или услуг, приобретаемых клиентом одновременно («Анализ рыночной корзины»). Это помогает при размещении товаров на прилавках, а также при их закупке и хранении. Кроме того, для оптимизации логистики используется анализ временных последовательностей, что позволяет предсказать спрос на товар и закупить его ровно в том количестве, которое необходимо.

Существуют различные варианты по внедрению технологии DataMining в организации:

- Приобретение программного обеспечения под конкретную сферу деятельности, содержащего компоненты DataMining.

- Приобретение специализированного программного продукта DataMining.

- Приобретение консалтинговых услуг DataMining.

Рынок программных продуктов DataMining можно представить следующим образом:

- Уровень предприятия: FICO DataManagement, IBM SPSS Modeler, KXEN Analytic Framework, TIBCO Spotfire Analytics, Oracle DataMining, SAS Enterprise Miner.

- Уровень отдела: PolyAnalyst, Statsoft Statistica, Deductor, Angoss, Salford Predictive Modeler, Equibits, GhostMiner, Gornik, Mineset, MATLAB, ThinkAnalytics.

- Личный уровень: Excel, See5(C5).

- Свободно распространяемое программное обеспечение: Weka, C4.5, Xelopes [4; 5].

Таким образом, рынок программных продуктов DataMining представлен множеством инструментов для решения различных задач. Любая компания может выбрать свой собственный инструмент, подходящий ей по функциональности и стоимости. Технология DataMining развивается, открывая все новые преимущества и привлекая к себе все большую заинтересованность со стороны бизнеса.

Библиографические ссылки

1. Чубукова И. А. DataMining. Интернет-университет информационных технологий. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

2. Кречетов Н. Продукты для интеллектуального анализа данных // Рынок программных средств. 1997. № 14–15. С. 32–39.

3. Knowledge Discovery Through Data Mining: What Is Knowledge Discovery Tandem Computers Inc, 1996.

4. Национальный открытый университет ИНТУИТ [Электронный ресурс] // DataMining. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/200?page=1> (дата обращения: 20.03.2015).

5. Тимофеев В. Е., Савостьянова И. Л. Анализ изменения объема выпуска штампованных автомобильных колес ООО «КраМЗ» // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 392.

© Хлупичев В. А., 2015

УДК 519.866

АНАЛИЗ ЦЕН НА АЛЮМИНИЙ В 2013 г.

Ф. С. Цыро

Научный руководитель – Е. В. Филюшина

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: filyushina@mail.sibsau.ru

Моделируются цены на алюминий в период с 01.01.2013 по 31.12.2013. В процессе подбора наиболее подходящей оказалась линейная линия тренда. Все коэффициенты этого уравнения статистически значимы. Уравнение адекватно опытным данным. Остатки гомоскедастичны, и имеют автокорреляцию первого порядка. Построенная модель позволяет делать прогноз на две недели с ошибкой не превышающей 3 %.

Ключевые слова: анализ данных, уравнение регрессии, линия тренда.

ANALYSIS OF PRICES FOR ALUMINUM IN 2013

F. S. Tsyro

Scientific supervisor – E. V. Filyushina

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: filyushina@sibsau.ru

In the article are modeled prices for aluminum for the period from 01.01.2013 – 31.12.2013 on. In the process of selecting the most suitable was a linear trend line. All coefficients of this equation are statistically significant. Equation adequately the experimental data. Remains homoscedasticity, and have a first-order autocorrelation. The constructed model allows prediction for two weeks with an error not exceeding 3%.

Keywords: data analysis, regression equation, the trend line.

ОАО «РУСАЛ Красноярск» – второй крупнейший производитель алюминия в мире (около 24 % российского и 2,4 % мирового производства алюминия), основная площадка для опытной эксплуатации и внедрения инновационных разработок РУСАЛа. Расположен в 500 км от Китая, мирового центра потребления алюминия.

Программа по снижению выбросов парниковых газов на КрАЗе включена в перечень утвержденных проектов, осуществляемых в соответствии с Киотским протоколом.

Продукция: Первичный алюминий, алюминиевые сплавы (в слитках, мелкой и Т-образной чушке), алюминий высокой чистоты.

Потребители: Транспортная, строительная, упаковочная, электротехническая промышленность.

Производственный комплекс: 26 корпусов электролиза, 3 литейных отделения, отделение производства анодной массы.

Источник электроэнергии: Красноярская ГЭС.

Технология производства: Основная часть мощностей завода работает по технологии Содерберга с использованием сухого анода. Пятый электролизный корпус в 2010 году был переведен на технологию «Экологичный Содерберг». К концу 2014 года планируется перевести все корпуса электролиза на технологию коллоидного анода, что позволит добиться сокращения выбросов вредных веществ на 15 %.

Располагая данными ОАО «РУСАЛ Красноярск» о цене алюминия на продажу за 2013 год, проведем анализ этих данных. В работе использовались методики и результаты, полученные в работах [1–8]. Для этого построим временной вариационный ряд цен алюминия; построим линии тренда; составим уравнение регрессии; построим графики: частот, остатков, подбора, график частот остатков.

График частот цен алюминия асимметричен, наблюдается правосторонняя асимметрия, на что указывает соотношение среднего значения цены алюминия и медианы – числа, которое делит вариационный ряд цен алюминия пополам – средняя цена меньше медианы (средняя = 1886,91 руб., медиана = 1858,00 руб.).

Наиболее частая цена алюминия за исследуемый период – это мода, и она равна 1882,00 руб.

Цена алюминия в период с 01.01.2013 по 31.12.2013 в среднем колебалась от 2068,00 руб. до 1800,00 руб.

Коэффициент вариации характеризует относительную меру отклонения измеренных значений от среднеарифметического. Коэффициент равен 5,42 % – это означает, что изменчивость вариационного ряда, построенного из цен алюминия по датам, незначительна, т. е. информация о ценах однородна.

Экссесс – мера крутости кривой распределения. Числовое значение эксцесса положительно (0,14), но близко к нулю, следовательно, кривая распределения частот близка к нормальной кривой распределения и расположена чуть выше неё. И таким образом, разброс значений исследуемой величины невелик. Судя по графику частот цен алюминия, можем говорить о некоторой нестабильности цен алюминия в течение года.

При помощи поиска решений в Excel были найдены коэффициенты линейного уравнения. Уравнение регрессии имеет вид: $Y_t = 2030,32 - 0,78 \cdot t$, где Y_t – цена алюминия; t – номер дня, анализируемого периода.

Дисперсионный анализ показал, что полученное уравнение регрессии адекватно опытными данными. А для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии провели анализ коэффициентов регрессии и выяснили, что они значимо отличаются от нуля и ими нельзя пренебречь в уравнении.

Остатки – это разница между действительными значениями данных (ценами акции) и предсказанными значениями цен, вычисленными по найденному регрессионному уравнению.

По графику остатков можем предположить о гетероскедастичности остатков и о наличии автокорреляции остатков.

После анализа остатков выявлена автокорреляция первого порядка. Положительная автокорреляция может быть вызвана направленным воздействием некоторых не учтенных факторов, например спрос на алюминий, мировое состояние рынка алюминия и др. Для устранения автокорреляции необходимо учесть воздействующий фактор в уравнении регрессии. А для этого необходимо построить уравнение скользящего среднего для остатков.

$$E_t = 0,96E_{t-1}.$$

Окончательно уравнение регрессии:

$$Y = 2030,32 - 0,78t + 0,96 E_{t-1}.$$

Таким образом, построенное уравнение регрессии для цен открытия акции данного предприятия в целом адекватно опытными данным и его коэффициенты значимы.

Используя данное регрессионное уравнение, вычислены прогнозные значения цены алюминия и построены доверительные интервалы прогноза цены алюминия, значения которой будут попадать в этот интервал с вероятностью 95 %.

Сравнив фактические и прогнозные значения цен акций, вычислили ошибку прогноза. Был сделан прогноз на 10 дней, ошибка прогноза ни разу не превысила 5 %.

Таким образом, данная модель пригодна для прогнозирования цены алюминия.

Автор благодарит доцента Филюшину Е. В. за внимание к работе.

Библиографические ссылки

1. Александрова У. А., Сенашов С. И. Анализ статистики посещаемости сайта типичного красноярского кинотеатра // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 356.
2. Галицкая Д. А., Сенашов С. И. Анализ среднесуточного количества заказов ООО «Ариясуши» за период 15.06.2012–09.06.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 359–360.

3. Зажарова Е. С., Сенашов С. И. Анализ изменения общей численности населения США за период 01.11.1983–01.19.2013 // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 369–370.

4. Карабицына Е. Ф., Сенашов С. И. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий в городе Красноярске в период с января по ноябрь 2013 г. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 1. № 10. С. 372–373.

5. Худяева Т. В., Сенашов С. И. Анализ динамики поступления налогов и сборов по УФНС России по Красноярскому краю // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. Т. 1. № 9. С. 440.

6. Василенко К. В., Филюшина Е. В. Анализ изменения цен акций ОАО «Газпром» за период с 07.04.2010 по 16.09.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2012. № 5. С. 63–65.

7. Байкалова О. В., Филюшина Е. В. Анализ изменения цен за галлон бензина марки «Регуляр» за период с 03.01.2000 по 19.09.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2012. № 5. С. 31–34.

8. Шкляева Д. И., Филюшина Е. В. Анализ еженедельного изменения цены бензина марки АИ-92 в России за период 9.01.2008–5.12.2011 // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. 2012. № 5. С. 175–177.

© Цыро Ф. С., 2015

УДК 001.894.2

СЛУЖБА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ SERVICEDESK

Е. В. Шинкаренко
Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: evgesha-murz@mail.ru

Данная статья посвящена службе технической поддержке ServiceDesk – автоматизированной системе управления заявками, гарантирующей регистрацию и отслеживание всех обращений заказчиков, также контролирует сроки устранения сбоев. Рассмотрены основные этапы работы технической поддержки, методы её использования и область применения.

Ключевые слова: ServiceDesk, запросы пользователей, идентификация, контроль работы специалистов, инциденты, анализ заявки, координатор.

TECHNICAL SUPPORT SERVICE DESK

E. V. Shinkarenko
Scientific supervisor – T. G. Dolgova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: evgesha-murz@mail.ru

The article is about technical support Service Desk – automated control system for control of applications which ensures the registration and tracking of all complaints of customers, also controls the timing of the Troubleshooting. Describes the main stages of work of technical support, methods of use and application area.

Keywords: Service Desk, inquiries of users, identification, control of work of experts, incidents, analysis of the demand, coordinator.

По независимым оценкам, до 80 % ресурсов ИТ-инфраструктуры уходит на обеспечение сервисов и их поддержку. Именно поэтому как в мире, так и в России с каждым годом все более востребованными становятся системы класса ServiceDesk, которые позволяют обеспечить наиболее эффективную работу сервисов.

Основные задачи этой службы – это принятие и обработка запросов пользователей, координация выполнения запросов. Пользователи не нужно поименно наших сотрудников, нет риска, что пользователь останется без поддержки, если конкретный человек ушел в отпуск или заболел. Все контакты осуществляются только через службу ServiceDesk. Более того, все обращения в обязательном порядке фиксируются и контролируются [1].

Система предоставления услуг построена на базе получившего мировое признание английского стандарта – методологии ITSM (IT Service Management – управление ИТ-услугами) и библиотеках ITIL (IT Infrastructure Library – библиотека инфраструктуры информационных технологий).

ServiceDesk играет важнейшую роль в ИТ-сервис менеджменте. Внедрение ServiceDesk повышает уровень контроля за работой специалистов, способствует проникновению культуры сервисного подхода в ряды сотрудников ИТ и позволяет более четко оценить производительность и качество выполнения работ по поддержке. Выступая точкой контакта клиентов с компанией, служба организует тесное взаимодействие с пользователями в процессе обработки обращений. Согласно ITIL® операторы ServiceDesk координируют работу специалистов (и повышают их плотность загрузки в реальном режиме времени), контролируют время выполнения работ, оценивают качество решения обращения специалистами на основании оценки пользователей, то есть появляется дополнительный и целена-

правленный контроль работы ИТ-специалистов. Между ServiceDesk и менеджером по персоналу появляются совместная заинтересованность и, как следствие, общие задачи, например, по организации входного тестирования вновь набираемого персонала, организации обучения или повышения квалификации уже работающих пользователей в рамках разрабатываемого менеджером по персоналу плана развития персонала [2].

В общем случае, работа Service Desk может быть представлена из пяти основных этапов:

1. Пользователь обращается в Службу с заявкой о Проблеме (Инциденте).
2. Оператор выполняет анализ заявки и присваивает ей Категорию, при возможности помогает пользователю решить проблему с помощью Базы Знаний.
3. Координатор назначает Инженера для решения заявки и фиксирует ее закрытие.
4. Инженер решает проблему либо возвращает ее координатору.
5. Выполняются работы по извещению пользователя.

Структура ServiceDesk напоминает луковицу. Ее сердцевина – программно-аппаратный комплекс, называемый центром обработки вызовов, который обеспечивает грамотное распределение заявок. Вокруг него строится HelpDesk, который отличается от ServiceDesk тем, что участвует только в одном процессе – в управлении инцидентами. Соответственно, задачи HelpDesk – зарегистрировать инцидент и как можно быстрее восстановить нормальную работу сервиса самостоятельно, либо привлечь группу специалистов более высокого уровня для полного устранения причины инцидента [3].

Система ServiceDesk предоставляет руководителю ИТ департамента информацию о производительности труда каждого из ИТ-специалистов, на основании чего возможны выплаты премий или наоборот проведение депремирования специалистов. Учет движения активов позволит оптимально распределять существующие и планировать необходимые ресурсы, основываясь на результатах анализа эффективности процессов. Наличие данной информации может служить индикатором того, что цель повысить эффективность работы руководителя достигнута.

В заключении можно сказать, что система ServiceDesk имеет множество плюсов и необходима в информационно-экономических системах. ServiceDesk используется в ИТ-организациях и является функцией снижения затрат на обеспечение поддержки услуг и инфраструктуры.

Библиографические ссылки

1. Сайт компании «ProfitIT» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.profit-ug.ru/> (дата обращения: 05.12.14).
2. Сайт компании «ITExpert» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itexpert.ru/rus/ITEMS/77-20> (дата обращения: 05.12.14).
3. Внедрение системы ServiceDesk, на предприятии с распределенной территориальной структурой // Журнал «Управление бизнес-процессами» [Электронный ресурс]. URL: <http://journal.itmane.ru/node/97> (дата обращения: 12.02.15).

© Шинкаренко Е. В., 2015

УДК 658.325.004

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ 1С НА ПРЕДПРИЯТИИ

Е. С. Штанговец, Е. Г. Зальцман
Научный руководитель – О. В. Пашковская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: shtanelena213@mail.ru

Рассматривается проблема оценки экономической эффективности от внедрения программных продуктов, а также рассмотрены методы определения размера экономики.

Ключевые слова: предприятие, эффективность, программный продукт, 1С:Предприятие.

ASSESSMENT OF ECONOMIC EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF 1С SOFTWARE PRODUCTS AT THE ENTERPRISES

E. S. Shtangovets, E. G. Zaltsman
Scientific supervisor – O. V. Pashkovskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: shtanelena213@mail.ru

In this article the author considers the problem of estimating the cost-effectiveness of the implementation of software products, as well as the methods of determining the size of economy.

Keywords: enterprise, efficiency, software 1С:Enterprise.

На сегодняшний день исполнение инвестиционных затрат на инновации информационных технологий является крайне важным условием улучшения качества менеджмента на предприятиях. В этой ситуации разумность выбора и внедрения информационных технологий должна базироваться на точном выявлении целей и ожидаемых результатов этого внедрения. Применение таких известных экономических показателей, как коэффициенты эффективности и окупаемости, годовой прирост прибыли от внедрения автоматизированной информационной системы (АИС), экономия затрат в реальности чаще всего приводит к затруднениям [1].

Главный экономический эффект от внедрения средств автоматизации заключается в улучшении экономических и хозяйственных показателей работы предприятия, в первую очередь за счет повышения оперативности управления и снижения трудозатрат на реализацию процесса управления, то есть сокращения расходов на управление. Для большинства предприятий экономический эффект выступает в виде экономии трудовых и финансовых ресурсов, получаемой:

- от снижения трудоемкости расчетов;
- снижение трудозатрат на поиск и подготовку документов;
- экономии на расходных материалах (бумага, дискеты, картриджи);
- сокращения служащих предприятия.

Однако экономический эффект от внедрения средств автоматизации может быть лишь косвенным, так как внедренные средства автоматизации не являются прямым источником дохода, а являются либо вспомогательным средством организации получения прибыли, либо помогают минимизировать затраты.

Трудность состоит в оценке эффективности от внедрения информационной системы. В этой связи для определения бюджета предприятия нередко применяются критерии достаточности размера затрат на информационные технологии. Наиболее важные из них: показатель затрат на информационные технологии как доли от оборота предприятия и показатель доли ИТ-затрат на одного сотруд-

ника. Таким образом, сравнение своих затрат на информационную систему со средними значениями по отрасли, с учетом жесткости конкуренции, является обоснованием для внедрения программных продуктов 1С.

При расчете экономической эффективности автоматизации деятельности предприятия при помощи 1С, можно использовать упрощенный алгоритм.

Не секрет, что часто менеджмент отказывается от готовых программ по причине завышенных, на первый взгляд, расходов на их приобретение. Руководство, осознавая важность внедрения информационных технологий, но, не имея точных расчетов для оценки выгод, склонно отказываться от автоматизации. Нужно сказать, что на практике специалисты по консалтингу используют трудоемкие выкладки. Однако, вполне реально собственными силами определить эффективность на предприятии, применяя упрощенные методики [2].

Перед внедрением или модернизацией автоматизированной информационной системы следует определиться с целями мероприятия. К примеру, в сфере бухгалтерского учета можно ожидать:

- облегчения процедуры отслеживания задолженностей клиентов и обязательств перед поставщиками;
- повышения удобства оперативного контроля финансовых (на банковских счетах и в кассах) и складских остатков;
- упрощения ведения электронного документооборота в полном согласовании со всеми участниками бизнес-процесса.

В приведенном выше перечне отражены качественные показатели автоматизации, которые приносят моральное удовлетворение. Однако нужно оценить еще и количественные показатели, т. е. финансовую выгоду. Для этого достаточно установить объемы времени, затрачиваемые сотрудниками на решение своих задач в данный момент и в перспективе, после автоматизации работы. Тогда примерный размер экономии можно определить несколькими методами.

Способ 1. Следует полученное время перемножить со средним заработком соответствующих сотрудников, потом прибавить налоги – будет вычислена предполагаемая ежемесячная сумма снижения расходов. При использовании системы автоматизации эта величина будет экономиться на постоянной основе.

Способ 2. Не будет необходимости расширять штат, если высвобожденное время персонала занять выполнением дополнительных функций. Тогда экономия станет достигаться благодаря сбережению заработной платы и отпускных выплат, которые понадобилось бы выдавать новым работникам. Также необходимо приплюсовать потенциальные затраты на ведение кадрового учета по выросшему штату, оснащение рабочих мест, и другие возможные расходы.

Способ 3. За счет внедрения информационной системы с дружественным пользовательским интерфейсом, отдельным сотрудникам достаточно будет приобрести навыки выполнения ряда несложных операций. Следовательно, для пополнения штата подойдут работники, которые обладают меньшими знаниями, но согласны на более скромные оклады. Фонд заработной платы организации, в результате, сократится.

Очевидно, что внедрение системы 1С тем более выгодно, чем выше оклады вовлеченных в нее работников. Впрочем, компьютеры могут лишь упрощать сбор сведений и выполнять ряд операций. Принимать решения за людей они пока не умеют. Поэтому экономия за счет автоматизации все же конечна.

На сегодняшний день современные информационные технологии позволяют значительно облегчить работу любой организации, начиная с больших предприятий и заканчивая мелкими частными фирмами. В наше время в сфере продаж ведется обработка огромного количества информации о товарах, поставщиках, покупателях, заказах, и т. д. Все это хранится и обрабатывается при помощи старых методов. На замену бумажной бухгалтерии приходят АИС, причем каждая АИС направлена на конкретную область или сферу применения. Следуя этим фактам при использовании АИС существенно увеличивается эффективность работы предприятия, что влечет за собой увеличение прибыли, уменьшение затрат времени на работу с информацией.

Созданное нами приложение на платформе 1С: Предприятие 8.3 для магазина по продаже мелкой бытовой техники облегчит работу сотрудников магазина. В частности, позволит улучшить контроль, работу с информацией, поможет вести: учет поставщиков и поставок, учет продаж, подсчет остатков товаров, анализ результативности работы продавцов, анализ продаж, а также уменьшит время обслуживания клиентов, что позволит увеличить количество покупателей.

В приложение созданы различные виды справочников: «Покупатели», «Номенклатура», «Поставщики», «Сотрудники». Склады. Для эффективного ведения учета созданы документы: «Приходная накладная», «Реализация товара», «Заявка на товар». Также созданы механизмы учета: регистр сведений «Поставщики», регистры накоплений «Остатки товаров» и «Стоимость товаров», а также оборотный регистр накопления «Продажи». «В созданном нами приложение имеются такие виды отчетов как: «Выручка по продавцам», «Остатки товаров», «Реестр документов реализация товаров», «Рейтинг по товару» и «Рейтинг поставщиков».

Созданное прикладное решение имеет значительную эффективность внедрения. Данная автоматизированная информационная система поможет усовершенствовать деятельность различных сфер предприятия или магазина. Положительный экономический эффект будет достигнут быстро за счет сокращения ненужных бумажных отчетов, сокращения времени на обработку данных и автоматизации некоторых видов работ.

В заключение отметим, что не только в России, но и в развитых промышленных странах, где имеется значительно больший опыт в применении автоматизированных информационных систем, методы оценки финансового результата малоизучены. Поэтому, результаты, полученные с помощью данных методик, хотя и не будут абсолютно точны, но, тем не менее, будут отражать качественные характеристики проекта, специфические особенности конкретного предприятия и выгоду от внедрения АИС [3].

Библиографические ссылки

1. Поддубный А. Расчет экономического эффекта от внедрения системы автоматизации. 2005. С 133–140.
2. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aster-c.com.ua/835/> (дата обращения: 20.03.2015).
3. Садыкова Ж. А. Оценка экономической эффективности внедрения автоматизированных систем на предприятиях. 2001. С. 98–106.

© Штанговец Е. С., Зальцман Е. Г., 2015

УДК 001.894.2

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ БИЗНЕСА

А. Г. Юзаева

Научный руководитель – Т. Г. Долгова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yuzalf@mail.ru

Рассмотрен краткий обзор облачных технологий, достоинства, их виды. Также приводятся примеры применения облачных вычислений в разных родах бизнеса.

Ключевые слова: облачные технологии, категории облаков, провайдеры, бизнес.

CLOUD TECHNOLOGIES AS AN INTEGRAL PART OF THE BUSINESS

A. G. Yuzaeva

Scientific supervisor – T. G. Dolgova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yuzalf@mail.ru

This article discusses an overview of cloud computing , dignity , their types . Also provides examples of the use of cloud computing in different sorts of business.

Keywords: cloud technology, category cloud, providers, business.

Облачные технологии – это удобная среда для хранения и обработки информации, объединяющая в себе аппаратные средства, лицензионное программное обеспечение, каналы связи, а также техническую поддержку пользователей. Иначе говоря, облако – место в Интернете, где можно хранить различные данные, в том числе фото, музыку, документы, видео и т. д., с легкостью получая к ним доступ с различных устройств, например: компьютера, телефона, телевизора или иного устройства, подключенного к Интернету [1].

В настоящее время выделяют три категории «облаков»:

• Публичные (Примеры: онлайн-сервисы Amazon EC2 и Google Apps/Docs, Microsoft Office Web).

- Частные.
- Гибридные [2].

Топ-5 облачных самых известных провайдеров:

- Amazon.
- The Rackspace.
- Google.
- Microsoft.
- Joyent.

Несмотря на то, что облачные технологии стали популярны относительно недавно, они уже являются неотъемлемой частью бизнеса и активно используются не только в коммерческом, но и в государственном секторе – в финансовых компаниях, медицине, торговле и промышленности [3].

Согласно данным опроса журнала «Развитие Бизнеса», более 63 % СЮ(директор по информационным технологиям) сегодня уже активно используют облачные технологии [4].

9 сентября 2014 г. состоялась конференция, посвященная облачным технологиям – «Облачные технологии: расширение горизонтов». В ней приняло участие множество специалистов в информационных технологиях, бизнесменов и независимых экспертов.

Свое мнение на этой конференции высказал Александр Герасимов, независимый эксперт в области ИТ. Он утверждает, что внедрение облачных технологий на предприятиях позволит избавиться от иерархии в системе управления, т. е. различные сервисы компании смогут взаимодействовать между собой и брать необходимые ресурсы из общего места [5].

В свою очередь выступил и глобальный директор по ИТ-инфраструктуре Oriflame Cosmetics Руслан Корчагин. В его компании облачные технологии занимают центральное место в сложной системе, которая включает в себя 5 тыс. пунктов выдачи товаров, рассылку новых каталогов компании и сайт, который ежемесячно посещает 1,5 млн пользователей. Ключевым стало то, что облачные технологии позволяют консолидировать инфраструктуру и документооборот, делают работу их системы более эффективной и именно облачные технологии позволяют преодолеть пиковые нагрузки на сайте в моменты рассылки каталогов потребителям [5].

В связи с тем, что в последнее время облачные технологии в России стали активно использоваться, была создана первая профессиональная ассоциация в сфере облачных технологий – Russian Cloud Computing Professional Association. Это первое в России профессиональное объединение независимых экспертов, работающих в области создания, развития и внедрения облачных технологий и сервисов [6].

Например, хорошо известная бухгалтерам фирма «1С» предлагает свое «облако» для ведения бухгалтерского учета «1С:Предприятие», благодаря которому работа с прикладными решениями может осуществляться на устройствах с малой вычислительной мощностью (мобильные устройства включительно) из-за того, что все основные вычисления производятся на платформе «1С:Предприятие», которая обеспечивает взаимодействие между пользователями и системой управления базами данных [7].

Другой пример эффективного применения «облака» продемонстрировала облачная лаборатория Dero Computers. Своему клиенту, чартерной компании Yacht Voyage, занимающаяся организацией отдыха на яхтах и катамаранах класса люкс, она предложила бизнес-платформу для сезонного увеличения количества рабочего персонала, повышения доступности сайта и организации хранилища данных, предназначенного для совместной работы сотрудников из любой точки мира [7].

В заключение можно сказать, что с внедрением облачных решений значительно увеличивается быстрота реагирования компании во внутренней и внешней среде, повышается эффективность работы предприятий. И чем крупнее бизнес, тем важнее данная составляющая. К тому же облачные технологии позволяют решить проблему ограниченных возможностей ИТ-отделов и расхождения растущих потребностей бизнеса.

Библиографические ссылки

1. EFSOL [Электронный ресурс]. URL: <http://efsol.ru/technology/cloud-technology.html> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Википедия // Облачные вычисления [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 07.04.2015).
3. CNews Conferences [Электронный ресурс]. URL: http://events.cnews.ru/events/oblachnye_tehnologii_rasshirenie_gorizontov.shtml (дата обращения: 07.04.2015).
4. Развитие бизнеса [Электронный ресурс]. URL: <http://www.devbusiness.ru/mkozloff/2014/04/02/resellers-against-clouds/> (дата обращения: 07.04.2015).
5. CNews Аналитика [Электронный ресурс]. URL: http://www.cnews.ru/reviews/index.shtml?2014/09/19/586521_1 (дата обращения: 07.04.2015).
6. Открытые системы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/news/2012/0427/13012888/> (дата обращения: 07.04.2015).
7. Наш архив. Экспертное сообщество [Электронный ресурс]. URL: <http://naar.ru/articles/oblakaspeshat-na-pomoshh-o-primenenii-oblachnyh-tehnologij-v-kompanijah-malogo-i-srednego-biznesa/> (дата обращения: 07.04.2015).

© Юзаева А. Г., 2015

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

А. Г. Юзаева

Научный руководитель – С. С. Бежитский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yuzalf@mail.ru

В настоящее время облачные вычисления стали очень популярными, но так ли они безопасны на самом деле? Рассматриваются основные вопросы, связанные с проблемой безопасности и защиты информации при использовании технологий облачных вычислений.

Ключевые слова: облачные вычисления, проблемы безопасности, решения по защите от угроз.

PROBLEMS OF SAFETY TO THE CLOUD COMPUTING

A. G. Yuzaeva

Scientific supervisor – S. S. Bezhitskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yuzalf@mail.ru

At present time the cloud computing have become very popular, but are they safe really? This article discusses the main issues related to the problem of information security using cloud computing technologies.

Keywords: cloud computing, security problems, solutions to protect against threats.

Облачные вычисления (ОВ) – это программное обеспечение, позволяющее пользователю через Интернет или локальную сеть использовать удобный интерфейс для удаленного доступа к выделенным ресурсам (вычислительным ресурсам, программам и данным) [1].

В настоящее время облачные технологии стали очень популярными и с каждым годом спрос на них увеличивается. Пользователи в ОВ видят огромный потенциал, эта технология весьма интересна и перспективна, но наряду с этим есть большое количество проблем и вопросов в области безопасности, решение которых пока что не найдено. Одной из этих проблем является недостаточно надежное управление данными, что приводит к различным вредоносным вторжениям. Риск этих вторжений в облако и сбои облачных сервисов получили сильное внимание со стороны многих компаний [2].

Проблемы безопасности ОВ:

- **Традиционные атаки на ПО.** Они связаны с уязвимостью сетевых протоколов, модульных компонентов, операционных систем, и других. Для защиты от них достаточно установить антивирус, межсетевой экран, IPS и др.

- **Функциональные атаки на элементы облака.** Так как облако состоит из нескольких слоев – общая защита системы равна защите самого слабого звена. Для защиты от функциональных атак для каждого слоя облака необходимо использовать определенные средства защиты: для прокси – защиту от DoS-атак, для веб-сервера – контроль целостности страниц, для сервера приложений – экран уровня приложений, для слоя системы управления базами данных – защиту от SQL-инъекций, для системы хранения – резервное копирование и разграничение доступа.

- **Атаки на клиента.** Очень большое количество клиентов подключено к облаку через браузер, и этот тип атак является одним из самых актуальных в настоящее время. В него попадают такие атаки как Cross Site Scripting (XSS), перехваты веб-сессий, воровство паролей и другие. Защитой от этих атак служит строгая аутентификация и использование шифрованного соединения с взаимной

аутентификацией, однако это не самые надежные средства защиты, поэтому в этой отрасли еще ведутся доработки и поиски оптимальных решений.

- **Угрозы виртуализации.** Поскольку платформой для компонента облака традиционно являются виртуальные среды, то атаки на систему виртуализации также угрожают и всему облаку в целом. Только сейчас начинают появляться решения для некоторых угроз виртуализации, однако отрасль эта достаточно новая, поэтому сложившихся решений еще не выработано.

- **Комплексные угрозы «облакам».** Контроль облаков и управление ими также является еще одной проблемой безопасности. Как гарантировать, что все ресурсы облака посчитаны и в нем нет неподконтрольных виртуальных машин, не запущено лишних бизнес-процессов и не нарушена взаимная конфигурация слоев и элементов облака? Этот тип угроз связан с управляемостью облаком как единой информационной системой, а также с поиском злоупотреблений или других нарушений в работе облака [3].

К примеру, рассмотрим несколько самых известных провайдеров этих сервисов, как Amazon Web Services, AT&T, Go Grid Cloud Hosting; Google, IBM, Joyent, Rackspace Hosting, Savvis, Terremark Worldwide, VMware и Verizon Communications. Главная проблема таких сервисов – отсутствие стандарта обеспечения безопасности облачных вычислений, который принимает большая часть рынка. К сожалению, еще не нашли единого подхода и методики для обеспечения защищенности облачных вычислений, даже несмотря на то, что уже существует много разных тестов и сертификационных процедур, базирующихся на критериях и требованиях безопасности [4].

В настоящее время существует ассоциация защищенности облачных вычислений – Cloud Security Alliance (CSA), организованная в апреле 2009 г., которая уже разрабатывает соответствующий набор критериев [5].

Cloud Security Alliance – некоммерческая организация, занимающаяся разработкой стандартов, рекомендаций и инициатив, направленных на повышение безопасности и защищенности использования облачных вычислений [5].

Решения по защите от угроз безопасности от компании CSA:

1. Сохранность данных. Шифрование – один из самых эффективных способов защиты данных. Провайдер, предоставляющий доступ к данным, должен шифровать информацию клиента, хранящуюся в центре обработки данных, а также в случае отсутствия необходимости безвозвратно ее удалять.

2. Защита данных при передаче. Зашифрованные данные при передаче должны быть доступны только после аутентификации.

3. Аутентификация. Защита паролем.

4. Изоляция пользователей. Использование индивидуальной виртуальной машины и виртуальной сети [2].

В заключение можно сделать вывод о том, что облачные вычисления предлагают большие преимущества: неограниченные хранилища, быстрый доступ к вычислительной мощности, возможность легкого обмена информацией и ее обработки, но есть много вопросов, большинство из которых связаны с безопасностью. Гарантия безопасности в модели облачных вычислений важна больше, чем в традиционной модели, поскольку перемещение и хранение наших данных еще в недостаточно хорошо организованной среде таит опасность потери этих данных. Поэтому облачным системам еще нужно преодолеть множество препятствий и решить достаточно вопросов безопасности, прежде чем они получат широкое распространение и доверие клиентов. В частности вопросы, связанные с обработкой и агрегированием данных уже сейчас решаются средствами методов интеллектуального анализа данных [6].

Библиографические ссылки

1. Клементьев И. П., Устинов В. А.: Введение в Облачные вычисления. Ульяновск : Изд-во УГУ, 2009. 233 с.

2. Угрозы облачных вычислений и методы их защиты // Habrahabr.ru. 13.06.2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://habrahabr.ru/post/183168/> (дата обращения: 07.04.2015).

3. Облака: легенда и мифы // Anti-malware. 17.03.2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.anti-malware.ru/node/2333> (дата обращения: 07.04.2015).

4. Проблемы безопасности облачных вычислений // ITResearch, 23.07.2010 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itbestsellers.ru/experts/detail.php?ID=16970> (дата обращения: 07.04.2015).

5. Cloud Security Alliance Russian Chapter // RISSPA be professional [Электронный ресурс]. URL: <http://www.risspa.ru/csa> (дата обращения: 07.04.2015).

6. Бежитский С. С., Становов В. В. Самоконфигурирующийся гибридный эволюционный алгоритм формирования нечетких правил для задач с несбалансированными данными в многоагентных системах // Материалы Восьмого Всерос. форума студентов, аспирантов и молодых ученых. СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2014. С. 57–59.

© Юзаева А. Г., 2015

УДК 004

ОБЛАЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ ДОКУМЕНТОВ

Ю. М. Юрьева

Научный руководитель – И. Л. Савостьянова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: yurevamare@mail.ru

Основная концепция «облачных» технологий заключается в том, что информация хранится и обрабатывается средствами сервера, а результат данных вычислений предоставляется пользователю посредством браузера. Рассматриваются облачные редакторы документов, и производится их сравнение.

Ключевые слова: онлайн-редактор документов, облачный сервис.

CLOUDER SKY DOCUMENT EDITOR

M. Y. Yureva

Scientific supervisor – I. L. Savostyanova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: yurevamare@mail.ru

The basic concept of a “cloud” technology is that the information is stored and processed by means of a server, and the result of these calculations is provided to the user through the browser. This article discusses the cloud editors documents, and to make their comparison.

Keywords: online document editor, a cloud service.

Онлайн-редактор документов постепенно входят в нашу жизнь с 2005 года, представляют собой перенесенную в веб-интерфейс базовую функциональность текстовых и табличных процессоров. Гораздо удобнее локального редактирования документа поместить файл в онлайн-хранилище, доступ к которому может быть разграничен для конкретных пользователей. Часть из них может изменять файл, часть – только читать и рецензировать правки. Весь этот процесс происходит без особых настроек. Концепция хранения и управления документами в Интернете поддерживается многими ведущими компаниями, такими как – Adobe, Google, Microsoft, Zoho и другими. Так как сервисов становится все больше, возникает вопрос – что выбрать? Для этого необходимо проанализировать самые популярные решения на рынке.

Один из относительно молодых игроков рынка онлайн-редакторов документов – компания Adobe выпустила полноценное решение для создания PDF-файлов и совместной работы с ними. Веб-версия Adobe Acrobat предоставляет инструменты для редактирования и форматирования. Приложение позволяет экспортировать созданные документы в форматы PDF, DOC, ODT и RTF, а также EPUB. Помимо веб-редактора в составе сервиса Acrobat.com предоставляется файлообменный сервис Adobe SendNow, в который можно загружать файлы в любом формате разного размера. Третий сервис AdobeCreativeCloudPDF онлайн-конвертер файлов. Он состоит из трех компонентов: преобразователя любого текстового документа в PDF, инструмента для объединения нескольких файлов (текстовых, графических и так далее) в единый PDF-документ и виртуального принтера, позволяющего печатать прямо в PDF-файл, размещаемый на этом веб-сервисе [1].

Сервис от Google интегрирован с почтовым клиентом Gmail и представляет собой универсальный редактор для файлов MS Office/OpenOffice, оснащенный экспортом в PDF. Документы могут редактироваться сообща пользователями, получившими приглашение (иметь учетную запись в Google для этого необязательно), в ходе процесса рецензирования и правки доступен просмотр изменений и

чат. Google Docs & Spread Sheets поддерживает «облачную» печать документов, а также предоставляет базовые возможности для организации хранящегося в сервисе контента. Также разработчики запустили отдельный сервис Google Apps для бизнеса [2].

Продукт MS Office Web Apps – это набор бесплатных веб-приложений – текстового и табличного процессора, менеджера презентаций и редактора заметок. Для хранения файлов пользователю выдается до 25 Гб бесплатного дискового пространства для неограниченного по времени хранения созданных файлов с возможностью разделения к ним совместного доступа, сортировки по папкам, а также загрузки на локальный компьютер. Документы с учетом ограниченности функций инструментов, перенесенных в веб-интерфейсы, можно редактировать, а также печатать из браузера. Кроме того, для любого из файлов, находящегося на Windows Live SkyDrive, можно запустить соответствующее приложение в составе настольной версии офисного пакета [3].

Рассмотрим еще один из популярных текстовых редакторов – ZohoDocs, представляет собой пакет из двух десятков веб-бизнес-приложений (офисный пакет, несколько линейных корпоративных программ – CRM, приложение для ведения проектов и пр.), интерфейс которых приближен к MS Office. Пользователю выделяется бесплатно 1 Гб дискового пространства на хранение разнообразных документов (можно загружать только файлы поддерживаемых форматов). Пользователи могут редактировать документы, в том числе с поддержкой версионности [4].

Итак, чтобы загрузить файл, например, текстовый документ с форматированием, на файлообменник для отправки его некоторому количеству пользователей для рецензирования и ознакомления, подходят все четыре сервиса. На сегодняшний день все сервисы похожи друг на друга, отличия в интерфейсе и в возможностях каждого редактора.

Таким образом, из представленных на рынке сервисов для хранения и редактирования документов наиболее удобными и оптимальными, на мой взгляд, для выполнения задачи по размещению документа в сети для предоставления к нему выборочного доступа одному или нескольким лицам выглядят сервисы от Adobe и Google. Из плюсов первого можно отметить удобный пользовательский интерфейс и большой перечень возможностей. Google же отличается бесплатностью сервиса и поддержкой множества форматов редактирования.

Библиографические ссылки

1. Облачный сервис Adode [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://www.ixbt.com/divideo/adobe-cloud.shtml> (дата обращения: 14.03.2015).
2. Интернет-сервисы Google [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://.cloudy-office.ru/google-windows.html> (дата обращения: 12.03.2015).
3. MS OfficeWebApps [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://www.3dnews.ru/software/MS-Office-Web-Apps> (дата обращения: 22.03.2015).
4. ZohoDocs.DocumentManagement [Электронный ресурс] // Служба распространения пресс-релизов. URL: <http://www.zoho.com/docs> (дата обращения: 22.03.2015).

УДК 629.7.016

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АЭРОДИНАМИКИ ЭКРАНОПЛАНА
В СЛУЧАЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ОБТЕКАНИЯ НА ОСНОВЕ ANSYS**

Ю. Ф. Вшивков, Е. А. Галушко

Иркутский филиал Московского государственного технического университета
гражданской авиации
Российская Федерация, 664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, 3
E-mail: Post-office@if.mstuca.ru

На основе анализа проблемы обеспечения приемлемой устойчивости и управляемости экраноплана предлагается методика исследования аэродинамических характеристик экраноплана с использованием пакета Ansys в нестационарной постановке задачи с применением всего инструментария Ansys. Достоверность расчета аэродинамических характеристик подтверждается методическими исследованиями авторов.

Ключевые слова: экраноплан, устойчивость экраноплана.

**MATHEMATICAL MODEL AERODYNAMICS OF WIG IF UNSTEADY
FLOW BASED ON ANSYS**

J. F. Vshivkov, E. A. Galushko

Irkutsk branch of Moscow State Technical University of Civil Aviation
3, Communards str., Irkutsk, 664047, Russian Federation
E-mail: Post-office@if.mstuca.ru

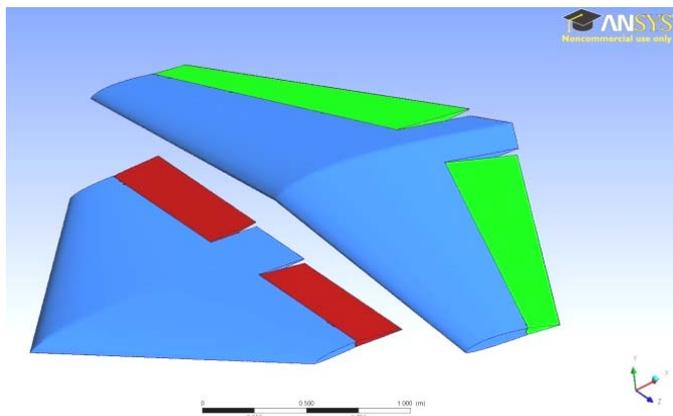
Based on the analysis of the problem of providing an acceptable stability and control of WIG a method is proposed to study aerodynamic characteristics WIG using Ansys in steady and unsteady formulations of the problem using only the tools Ansys. The accuracy of the calculation of aerodynamic characteristics of confirmed methodical research of the authors.

Keywords: WIG, stability WIG.

Основной проблемы при проектировании экраноплана является проблема обеспечения приемлемой устойчивости и управляемости [1]. Экраноплан, является в широком смысле динамически неустойчивым и сложным объектом управления [2; 3]. Поэтому принято определять частные характеристики устойчивости и управляемости по отдельным параметрам, например по углу атаки, скорости и т. п. Также необходимо обеспечить приемлемые эксплуатационные свойства экраноплана в процессе их реализации на практике. Поскольку в качестве объекта исследования выступает экраноплан необходимо учитывать следующие факторы. Во-первых, отстояние от экрана (высота полета) является одним из определяющих аспектов непосредственно влияющих на аэродинамические характеристики. Кроме того существенно усиливается нелинейная зависимость аэродинамических характеристик от таких кинематических параметров как угол атаки, угол отклонения аэродинамических управляющих поверхностей и т. д. Существенное влияние на динамику движения оказывают появляющиеся нестационарные эффекты, то есть значения аэродинамических коэффициентов постоянно изменяются во времени. Во-вторых, вследствие близости подстилающей поверхности, наличия на ней неровностей, возрастают требования к устойчивости и точности управления экраноплана. Эту проблему можно решить, например, применением предварительного проектирования в CAD или CFD системах.

В работе предлагается математическая модель экраноплана созданная в программе конечно – элементного анализа ANSYS Inc (см. рисунок).

Исследуемая 3D-модель экраноплана была помещена в специально смоделированное ограниченное пространство в виде канала прямоугольного сечения (математический аналог аэродинамической трубы). Начало и конец этой трубы являлись, соответственно, входом и выходом потока. Экраноплан рассматривается как твердое тело (без учета влияния упругих деформаций конструкции на его форму) изменяемой геометрической формы за счет отклонения управляющих поверхностей. В качестве среды (материального тела) был выбран воздух (air). Ansys предлагает наиболее корректный метод моделирования экрана – подвижный экран. Это обеспечивается заданием на экране граничного условия подвижной стенки (moving wall). В этом типе граничного условия стенка движется со скоростью невозмущенного потока. Также Ansys позволяет реализовать несколько моделей турбулентности, с целью определения достоверности получаемых результатов были проведены расчеты для каждой модели турбулентности. Скорость невозмущенного потока составляла 40 м/с.



Расчетная схема компоновки

В рамках настоящей работы был определен комплекс аэродинамических характеристик (коэффициентов). Вращательные производные коэффициентов, нестационарные аэродинамические характеристики определялись решением задачи в Ansys в нестационарной постановке. Высокая инженерная ответственность исследования несущей системы экраноплана потребовала выполнения методических исследований на основе сопоставления результатов расчета полученных в Ansys с экспериментальными данными и результатами моделирования других авторов [4; 5].

Устойчивость и управляемость оцениваются по результатам качественного анализа аэродинамических характеристик (коэффициентов) экраноплана. Результаты моделирование в Ansys при нестационарной постановке задачи позволяют непосредственно оценить характер поведения экраноплана, его динамическую устойчивость и управляемость, определить область допустимых углов атаки и эффективность органов управления. Достоинством предлагаемого подхода является реализация достаточно полной математической модели аэродинамики экраноплана на этапе предварительного проектирования.

Библиографические ссылки

1. Жуков В. И. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости экраноплана. М. : Изд. отдел ЦАГИ, 1997. 81 с.: ил.
2. Экранопланы – транспортные суда XXI века / А. И. Маскалик, Р. А. Нагапетян и др. СПб. : Судостроение, 2005. 576 с.: ил.
3. Пашковский И. М. Динамика и управляемость самолета. М. : Машиностроение, 1987. 248 с.
4. Горяинов А. М., Заволженский А. Е., Кривель С. М. Опыт визуализации течений в гидродинамических исследованиях методами водородных пузырьков и красок // Голография: фундаментальные исследования, инновационные проекты и нанотехнологии : материалы 26 Школы по когерентной оптике и голографии. Иркутск : Папирус, 2008. 568 с.: ил.
5. Вшивков Ю. Ф., Галушко Е. А., Кривель С. М. Комплексная оценка достоверности расчёта аэродинамических характеристик сложных объектов с использованием ANSYS [Электронный ресурс] // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык (МИАЖ «Crede Experto») : междунар. информационно-аналитический журнал. 2015. № 1 (03). URL: <http://ce.if-mstuca.ru> (дата обращения. 7.03.2015).

© Вшивков Ю. Ф., Галушко Е. А., 2015

УДК 629.7.016

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЭКРАНОПЛАНА С ВЫСОКИМИ НЕСУЩИМИ СВОЙСТВАМИ С УЧЕТОМ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

Ю. Ф. Вшивков, Д. А. Гусельников, Н. А. Шелков

Иркутский филиал московского государственного технического университета
гражданской авиации
Российская Федерация, 664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, 3
E-mail: Post-office@if.mstuca.ru

В настоящее время не ослабевает интерес к созданию экраноплана с приемлемыми эксплуатационными характеристиками. В связи с чем, в работе ставится задача аэродинамического проектирования экраноплана с высокими несущими свойствами и приемлемыми характеристиками устойчивости и управляемости. Оценена возможность управления экранопланом при помощи аэродинамических управляющих поверхностей. Для расчета использовался программный пакет конечно-элементного анализа ANSYS.

Ключевые слова: экраноплан, аэродинамическое проектирование, управление экранопланом.

EVALUATION OF FEASIBILITY OF WIG CRAFT WITH HIGH LIFTING PROPERTIES BASED ON THE ANALYSIS EFFECTIVE OF CONTROLS

J. F. Vshivkov, D. A. Guselnikov, N. A. Shelkov

Irkutsk branch of Moscow State Technical University of Civil Aviation
3, Communards str., Irkutsk, 664047, Russian Federation
E-mail: Post-office@if.mstuca.ru

Currently unabated interest in creating WIG with acceptable operational characteristics. In this connection, in the work of the task WIG aerodynamic design with high lifting properties and acceptable stability and control characteristics. The possibility of control WIG using aerodynamic control surfaces. The calculations used the software package finite element analysis ANSYS.

Keywords: WIG, aerodynamic design, control WIG.

Принято считать, что основным достоинством экранопланов перед средствами водного транспорта является более высокая скорость перевозок, а перед летательными аппаратами относительно высокое аэродинамическое качество. При этом существует проблема обеспечения приемлемой устойчивости и управляемости [1].

В работе предложена математическая модель экраноплана (рис. 1) и проведен численный эксперимент с использованием программного пакета конечно-элементного анализа ANSYS Inc., представленный в дисциплине динамика жидкостей и газов двумя самостоятельными продуктами ANSYS CFX и ANSYS Fluent [2]. Метод конечных элементов сочетает в себе универсальность алгоритмов решения различных краевых задач с эффективностью реализации компьютерных вычислений.

В результате аэродинамического расчета исследуемой компоновки получены значения коэффициентов подъемной силы, лобового сопротивления и продольного момента при изменении угла атаки и отстояния от экрана, как компоновки в целом, так и отдельно для каждого крыла при условии их влияния друг на друга.

Компоновка показала относительно высокие несущие свойства (рисунок 2), коэффициент подъемной силы $C_{y\alpha}$ достигает максимального значения равного 3,427 на угле атаки α около 27°. Также компоновка показала хорошую чувствительность к отклонению органов управления как по $C_{y\alpha}$, так

и m_z . По $C_{y\alpha}$ это ожидалось, так как отклонение рулей влияет на обтекание двух крыльев, то по m_z это не очевидный результат ввиду малых размеров компоновки. Управление $C_{y\alpha}$ является многовариантным, один и тот же эффект можно получить различными способами управления. В то же время при этом реализуются различные варианты управления моментом. Следовательно, можно выбрать наиболее оптимальный или наиболее приемлемый вариант управления в зависимости от задач управления [3; 4].

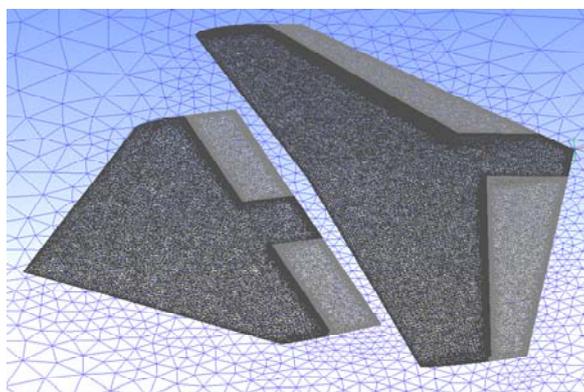


Рис. 1. общий вид компоновки в плане с указанием элементов расчетной сетки

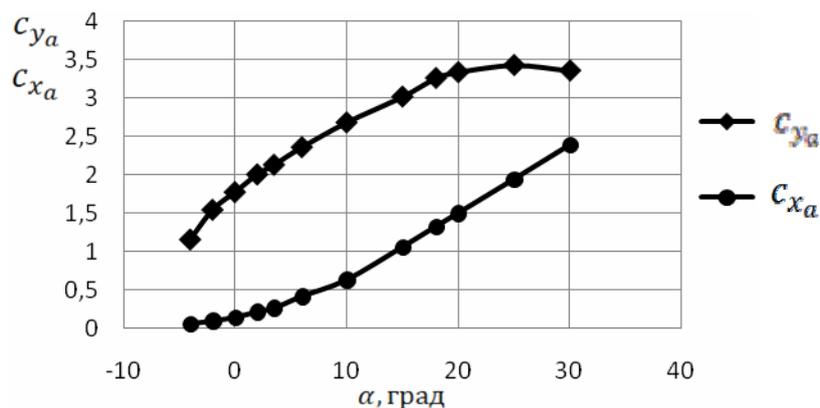


Рис. 2. Зависимость коэффициентов подъемной силы и сил сопротивления от угла атаки

В целом результаты исследований компоновки позволяют сделать следующие выводы:

1. Программный пакет ANSYS позволяет с высокой точностью и приемлемой достоверностью решать задачи моделирования аэродинамических процессов при обтекании экранопланов.
2. Предлагаемая система из двух крыльев обеспечивает сохранение высоких несущих способностей в широком диапазоне углов атаки (скоростей горизонтального полета), и хорошую управляемость. Это позволяет существенно улучшить эксплуатационные свойства экранопланов.

Библиографические ссылки

1. Жуков В. И. Особенности аэродинамики, устойчивости и управляемости экраноплана. М. : Изд. отдел ЦАГИ, 1997. 81 с.: ил.
2. Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров : справ. пособие. М. : Машиностроение-1, 2004. 512 с.: ил.
3. Вшивков Ю. Ф., Галушко Е. А., Кривель С. М. Концепция и результаты аэродинамического проектирования экраноплана с широким диапазоном эксплуатационных углов атаки [Электронный ресурс] // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык (МИАЖ «Crede Experto») : между-

нар. информационно-аналитический журнал. 2015. № 1 (03). URL: <http://ce.if-mstuca.ru> (дата обращения: 07.04.2015).

4. Акулов О. В., Курганский В. Г., Кривель С. М. Аэродинамическое проектирование экраноплана схемы «утка» оригинальной компоновки с обеспечением рациональных летно-технических и пилотажных // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России : сб. науч. тр. 1-й Науч.-практ. конф. преподавателей, научных работников и аспирантов. 6 ноября 2009 г. Иркутск : ИФ МГТУ ГА, 2009. 256 с.: ил.

© Вшивков Ю. Ф., Гусельников Д. А., Шелков Н. А., 2015

УДК 629.7.016

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЭКРАНОПЛАНА С УЧЕТОМ МОДЕЛИ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Е. А. Галушко, Д. А. Гусельников

Иркутский филиал московского государственного технического университета
гражданской авиации
Российская Федерация, 664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, 3
E-mail: Post-office@if.mstuca.ru

Решение практических задач по исследованию аэродинамики и динамики полета экраноплана над поверхностью сложной формы, на сегодняшний день весьма актуально, так как от этого зависит безопасность полетов. Для решения данной задачи предлагается использовать метод дискретных вихрей. Данная методика позволит анализировать движение экраноплана над произвольными негладкими подстилающими поверхностями в широком диапазоне кинематических параметров полета.

Ключевые слова: аэродинамика, динамика полета, экраноплан, метод дискретных вихрей.

ANALYSIS OF THE MOTION WIG CONSIDERING THE MODELS UNDERLYING SURFACE DIFFICILT FORM

E. A. Galushko, D. A. Guselnikov

Irkutsk branch of Moscow State Technical University of Civil Aviation
3, Communards str., Irkutsk, 664047, Russian Federation
E-mail: Post-office@if.mstuca.ru

Solution of practical problems to study aerodynamics and flight dynamics WIG above the surface of complex shape, by far, the day is very important, as it affects safety. To solve this problem it is proposed to use the method of discrete vortices. This technique will allow to analyze the movement of WIG over arbitrary non-smooth underlying surfaces in a wide range of kinematic parameters of flight.

Keywords: aerodynamics, flight dynamics, WIG, the method of discrete vortices.

Аэродинамическое качество экранопланов существенно зависит от относительной высоты его полета над экраном. Однако высота полета ограничена рядом факторов. Основным фактором является то, что экран (подстилающая поверхность) не является абсолютно гладкой поверхностью. Неровности подстилающей поверхности с точки зрения влияния на аэродинамические характеристики экраноплана условно классифицировать следующим образом:

- 1) на относительно малые и существенные (по отношению к относительной высоте полета экраноплана);
- 2) на локальные и протяженные (в зависимости от относительной протяженности вдоль и поперек направления полета);
- 3) на периодические и уникальные (в зависимости от формы).

Более того, так как динамика движения экраноплана у неровностей подстилающей поверхности существенно определяет безопасность полета и, в основном, зависит от его собственных динамических свойств и свойств автоматических устройств, то встает проблема нормирования параметров его движения при прохождении неровностей стандартной формы и относительной величины. Эта задача поднимает проблему исследования динамических свойств экраноплана в полете у негладкой подстилающей поверхности еще на этапе проектирования.

Главной проблемой при решении этих задач является определение аэродинамических характеристик экраноплана.

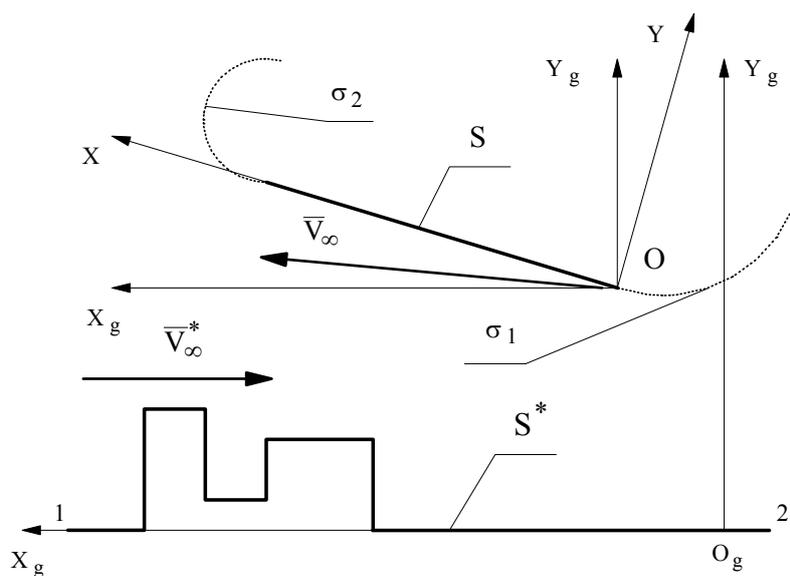
Для расчета аэродинамических характеристик предлагается использовать метод дискретных вихрей [1]. Метод реализуется при допущениях:

- 1) пренебрежительно мало влияние сжимаемости воздуха;
- 2) газовая среда идеальна;
- 3) известен характер обтекания экрана и экраноплана (в частности, известны места схода вихревых поверхностей и отрыва потока).

Используются известные граничные условия и исходные данные:

- 1) образующая поверхность экраноплана и поверхность экрана непротекаемые (относительная к ним скорость потока направлена по касательной к ним);
- 2) поверхность экрана недеформируема и задана;
- 3) возмущения на бесконечно далеком удалении от экраноплана отсутствуют;
- 4) на вихревых пеленах, моделирующих спутный след и отрыв потока отсутствует перепад давления;
- 5) законы отклонения управляющих поверхностей экраноплана заданы или формируются по известным законам;
- 6) закон движения экраноплана задан или определяется решением задачи динамики полета экраноплана по определяемым в рамках совместного моделирования аэродинамическим характеристикам экраноплана.

На рисунке изображена общая схема решения задачи, справедливая для решения задачи в двухмерной постановке и схематически отражающая подходы к решению задачи в трехмерной постановке. Здесь OXY – связанная система координат; $O_g X_g Y_g$ и $O X_g Y_g$ – земная и нормальная земная системы координат соответственно; \bar{V}_∞ и \bar{V}_∞^* – скорость центра связанной системы координат экраноплана относительно земной и скорость перемещения воздушной среды относительно экрана соответственно; $S, S^*, \sigma_1, \sigma_2$ – поверхности, описывающие экраноплан, подстилающую поверхность, свободные вихревые поверхности экраноплана соответственно.



Общая схема решения задачи

Предлагается поверхность экрана моделировать поверхностью, на которой задано условие равенства нормальной составляющей относительной скорости нулю. То есть скорость потока в точках этой поверхности направлена к ней по касательной. В случае значительной скорости перемещения воздушных масс возможно моделирование поля скоростей у негладкой подстилающей поверхности с учетом образования застойных зон за счет схода вихревых пелен. Цель введения данной поверхности – смоделировать достаточно точно поле скоростей в окрестности экрана и поле возмущенных экраном скоростей, создаваемых при воздействии возмущений экраноплана на поток. Поэтому протяженность моделируемого экрана определяется методическими исследованиями исходя из заданной точности расчетов. Для организации моделируемого течения на поверхности располагаются дискретные вихревые особенности (вихревые рамки) с контрольными точками в которых назначается условие равенства нулю нормальной составляющей относительной скорости.

Задача решается в нестационарной постановке.

Главной особенностью методики является изменение вихревой схемы на каждом шаге решения задачи. Общий алгоритм математического моделирования состоит в следующих этапах:

1. Формируется вихревая схема экраноплана и подстилающей поверхности в соответствии с исходными и начальными данными.

2. Решается задача бесциркуляционного обтекания единой компоновки «экрanoплан – подстилающая поверхность» относительно неизвестных циркуляций присоединенных вихревых рамок поверхности. Полученное поле скоростей принимается как исходное.

3. Формируются первые сходящиеся рамки в местах схода вихревых пелен.

Определяются их пространственное положение и циркуляции.

4. Уточняется вихревая схема компоновки «экрanoплан – подстилающая поверхность» с учетом изменения формы и взаимного положения экраноплана и экрана. Формируется новая система уравнений относительно неизвестных циркуляций присоединенных вихревых рамок. Определяются циркуляции присоединенных рамок.

5. Формируются последующие вихревые рамки в местах схода вихревых пелен. Определяются их пространственное положение и циркуляции.

6. Выполняется расчет аэродинамических нагрузок.

Выполняется следующий шаг расчета по времени в соответствии с пунктами 4, 5, 6 и так далее.

Предлагаемая методика позволяет решать широкий круг практических задач по исследованию аэродинамики и динамики полета экранопланов над произвольными негладкими подстилающими поверхностями в широком диапазоне кинематических параметров полета.

Библиографическая ссылка

1. Аубакиров Т. О., Белоцерковский С. М., Желанников А. И., Ништ М. И. Нелинейная теория крыла и ее приложения. Алматы : Гылым, 1997.

© Галушко Е. А., Гусельников Д. А., 2015

УДК 629.7.038

ДВИГАТЕЛЬ НК-93 КАК НОВЫЙ РУБЕЖ РАЗВИТИЯ АВИАЦИИ

В. В. Геращенко, А. В. Пономарёв
Научный руководитель – Г. Д. Коваленко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: vladisav.gerashchenko@mail.ru, monomax1213@gmail.com

Раскрываются и анализируются перспективы развития двигателя НК-93, рассказывают историю и попытки сделать этот двигатель пригодным к эксплуатации в авиации.

Ключевые слова: авиация, двигатель НК-93, испытания, Ил-96М, Ту-204П, редуктор.

THE ENGINE OF THE NK CODE-93 AS THE NEW BOUNDARY OF DEVELOPMENT OF AIRCRAFT

V. V. Gerashchenko, A. V. Ponomaryov
Scientific supervisor – G. D. Kovalenko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: vladisav.gerashchenko@mail.ru, monomax1213@gmail.com

In this scientific work, authors open and analyze prospects of development of the NK-93 engine, tell story and attempts to make this engine serviceable in aircraft.

Keywords: aircraft, NK-93 engine, tests, Il-96M, Tu-204P, reducer.

Застой развития, отечественных летательных аппаратов, может быть связан не только с экономическими факторами, но и с использованием устаревших авиационных двигателей.

Авиационный двигатель – агрегат для приведения в движение летательных аппаратов (самолётов, вертолёт, дирижаблей и др.). В 1990 году КБ приступило проектирование такого двигателя, получившего обозначение НК-93. Он предназначался в первую очередь для самолётов Ил-96М, Ту-204П, Ту-214, Но заинтересованность в новом двигателе проявило и Министерство Обороны (планируется установка на военно-транспортном Ту-330). За основу конструкции был взят двигатель НК-92 [1].

Двигатель НК-93 был заложен в конце 1980-х годов на базе освоенных к тому времени в АНТК, конструктивно-технологических решений по газогенератору и новых решений по винтовентилятору. Он разрабатывался взамен двигателя НК-92. Приказом МАП № 64 1991 г. был утвержден план-график создания двигателя НК-93. Согласно этому приказу, устанавливались сроки создания двигателя – 1991–1996 гг., предъявление его на ГСИ – IV квартал 1996 г., а начало серийного выпуска – 1997 г. Приказ не был отменён. Отменили МАП. И в той экономической чересполосице, которая имело место быть, понятно, что до завершения этот приказ никто не довёл. В настоящее время, есть некоторая информация, которая предполагает завершение разработок двигателя и его испытания, а после серийное производство.

НК-93 выполнен по трёхвальной схеме с приводом закопотированного двухрядного винтовентилятора противоположного вращения СВ-92 через редуктор. Редуктор планетарный с 7 сателлитами. Первая ступень винтовентилятора 8-лопастная, вторая (на неё приходится 60 % мощности) – 10-лопастная. Все лопасти саблевидные с углом стреловидности 30°, изготовлены из эпоксидного графитопластика (на первых 5 прототипах устанавливались лопасти из магниевого сплава). Газогенератор включает кольцевую камеру сгорания, 8-ступенчатый компрессор высокого давления, 7-ступенчатый компрессор низкого давления и 3-ступенчатую свободную турбину, передающую мощность на редуктор [2].

Технические характеристики нового двигателя в мире аналогов не имели. По параметрам термодинамического цикла НК-93 близок к ныне разрабатываемым за рубежом двигателям, но имеет несколько лучшую экономичность (на 5 %). Лётные испытания проводятся с привлечением летающей лаборатории Ил-76ЛЛ. По результатам этих испытаний КПД (после 8 лет доводки) составили: $\Delta\eta^*_{кнд} = 1,8 \%$, $\Delta\eta^*_{квд} = 1,4 \%$, $\Delta\eta^*_{твд} = 7,1 \%$, $\Delta\eta^*_{гнд} = 2 \%$. По результатам увязки параметров двигателя в стендовых условиях недобор КПД винтовентилятора $\Delta\eta^*_{вв} = 1...1,5 \%$, КПД турбины винтовентилятора $\Delta\eta^*_{твв} = 1 \%$, уменьшение дальности полета Ту-214 и Ил-96-300 на 7...8 % по сравнению с применением на них ПС-90А, снижение удельного расхода топлива на 10...15 % [3].

Проведя анализ информации, можно сделать вывод о том, что даже сравнение с одним из двигателей, выпускаемых в США и используемым на современных летательных аппаратах показывает отличные перспективы развития двигателя НК-93 (см. таблицу).

Сравнительные характеристики

Характеристики					
Страна	Название	Масса сухая, к	Длина, мм	Удельный расход топлива кг/кгс·ч	Взлётная тяга, кгс
Россия	НК – 93	3650	5975	0,49	18000
США	Engine Alliance GP7270	6712	4980	0,63	17000

Его дальнейшая разработка и использование несёт огромный положительный эффект для всей гражданской и военной авиации. Использование двигателя в Гражданской авиации позволит России значительно увеличить конкуренцию на рынке производства двигателей и развитие летательных аппаратов.

Библиографические ссылки

1. Перспективы разработки авиационных двигателей большой тяги [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aviaport.ru/digest/2013/01/28/247932.html> (дата обращения: 30.03.2015).
2. Авиационные двигатели США (Pratt & Whitney) [Электронный ресурс]. URL: http://www.manbw.ru/analytics/pratt_whitney.html (дата обращения: 30.03.2015).
3. НК-93 [Электронный ресурс]. URL: <http://aviaros.narod.ru/nk-93.htm> (дата обращения: 30.03.2015).

© Геращенко В. В., Пономарёв А. В., 2015

УДК 629.7.01

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СВЕРХЗВУКОВЫХ САМОЛЕТОВ

Н. В. Никитевич, А. Ю. Ромушкин
Научный руководитель – В. В. Лукасов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nikolai.taishet@mail.ru

Раскрывается тема развития сверхзвуковых самолетов нового поколения, говорят о трудностях, возникающих при их проектировании, представляют характеристики проектов, делают сравнительный анализ.

Ключевые слова: самолет, сверхзвуковой, Airbus, Zehst, Aerion, AS2, Lockheed Martin, N+2, C-21, авиация.

PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF SUPERSONIC PLANES

N. V. Nikitevich, A. Yu. Romushkin
Научный руководитель – V. V. Lukasov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nikolai.taishet@mail.ru

In work authors open a subject of development of supersonic planes of new generation, speak about the difficulties arising at their design submit characteristics of projects, do the comparative analysis.

Keywords: plane, supersonic, Airbus, Zehst, Aerion, AS2, Lockheed Martin, N+2, S-21, aviation.

В истории сверхзвуковой гражданской авиации было создано всего два летательных аппарата – это советский самолет «Ту-144» и англо-французский «Конкорд». Причем первый полет совершил советский лайнер 31 декабря 1968 года. Правда, через два месяца в небо поднялся и «Конкорд».

«Ту-144» выполнял рейсы в течение 4 лет (1975–1978 гг.), тогда как «Конкорд» эксплуатировался British Airlines и Air France в течение 27 лет (до 2003 года). Причиной прекращения рейсовых полетов «Ту-144» стала катастрофа одного самолета «Ту-144» на авиасалоне в Ле-Бурже (Франция) во время показательного полета а также коммерческие факторы. Заполняемость рейсов оказалась низкой, и не только из-за дороговизны билетов, но и из-за менее комфортного, хоть и быстрого полета [1].

Первое поколение сверхзвуковой авиации закончилось с прекращением полетов «Ту-144» и «Конкорд». Но идея создания сверхзвуковых самолетов остается актуальной, тем более, что сейчас это позволяет научно-технический процесс. В связи с этим некоторые страны приступили к разработке сверхзвуковых самолетов второго поколения. Однако существует еще ряд трудностей, которые сдерживают их создание:

1. Разработка конструкции летательного аппарата, способной выполнять полет на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях с возможностью посадки со скоростью не превышающей 200 км/ч.
2. Разработка, создание двигателей с тягой, позволяющей развивать сверхзвуковую скорость с минимальным расходом топлива.
3. Создание аэродромной сети, позволяющей производить взлет и посадку сверхзвуковых самолетов.
4. Разработка материалов, значительно снижающих стоимость самолета.
5. Уменьшение массы летательного аппарата.
6. Уменьшение шума в аэропортах при взлете и посадке.
7. Разработка эффективного и экономичного топлива.

В настоящее время разработкой сверхзвуковых гражданских самолетов второго поколения занимаются: Россия, Япония, США и Европа.

Европейская авиастроительная компания «Airbus» представила проект сверхзвукового пассажирского самолета под названием «Zehst». По задумке разработчиков, при взлете и наборе высоты он будет использовать биотопливо, а в стратосфере переходить на ракетное горючее. Самолет сможет перевозить от 50 до 100 пассажиров из Парижа в Токио всего за 2,5 часа, а из Нью-Йорка в Париж – за 1,5 часа [2].

Американские компании «Lockheed Martin» и «Aerion» обещают создать сверхзвуковые авиалайнеры «N+2» и «Aerion AS2» соответственно. «N+2» будет вмещать до 80 пассажиров. Для стабильности полета и более плавного преодоления звукового барьера самолет оснастят тремя реактивными двигателями, расположенными в разных плоскостях. Также будет внедрена инновационная система подавления шума, что позволит летать в максимальной тишине и комфорте.

В отличие от «N+2», «Aerion AS2» – это двенадцати местный самолет для чартерных бизнес-перевозок, в облике которого главное внимание на себя обращает прямое крыло, трапециевидальной формы [3].

Специалисты японского агентства космических исследований создали опытный образец гиперзвукового пассажирского самолета, который пока еще не имеет названия. За счет оптимальной аэродинамической формы, рассчитанной на суперкомпьютере и проверенной в аэродинамической трубе, использования специальных двигателей, уровень шума, издаваемый двигателями значительно ниже, чем был у «Конкорда» [4].

В России разработкой самолета, который мог бы летать со сверхзвуковой скоростью, активно занималась компания «Сухой», которая представила проект самолета бизнес-класса «С-21» с тремя двух-контурными турбореактивными двигателями Ал-363 с тягой до 9100 кг каждый, разработанными в НПО «Сатурн» и английской фирмой «Роллс-Ройс». Это будут надежные двигатели, соответствующие международным требованиям. Также на данный момент центральный аэрогидродинамический институт ведет работы для пополнения научно-технического задела по тематике сверхзвуковых пассажирских и деловых самолетов нового поколения [5].

Предполагаемые характеристики сверхзвуковых самолетов представлены в таблице.

Предполагаемые характеристики сверхзвуковых самолетов

	Россия	Япония	США		Европа
	С-21	*	N+2	Aerion AS2	Airbus Zehst
Пассажировместимость, чел.	6–10	50	80	8–12	50–100
Скорость, км/ч	2 025	5 000	1 960	1 960	5 029
Высота полета, м	15 500–18 500	*	*	*	32 000
Длина, м	38,6	*	*	41,33	80
Масса, кг	51 800	*	*	40 823	*

* – данные, которых нет в свободном доступе.

Исходя из вышеперечисленных характеристик, можно сделать вывод, что самым быстрым и пассажировместимым из разрабатываемых сверхзвуковых самолетов является европейский «Airbus Zehst». Японский самолет не уступает ему по скорости, но проигрывает в пассажировместимости, точно так же как и американскому «N+2». Русский «С-21» и американский «Aerion AS2» – это самые маленькие из представленных сверхзвуковых самолетов. Они примерно схожи по всем характеристикам, кроме массы. Масса «С-21» на 11 тонн больше, чем у «Aerion AS2», следовательно, «С-21» будет иметь больший запас топлива, что дает возможность выполнять полеты на большую дальность.

Библиографические ссылки

1. Эра сверхзвуковых пассажирских самолетов [Электронный ресурс] // Авиация России как на ладони – последние события, технологии и история авиации. URL: <http://www.poletim.net/history/jera-sverkhzvukovykh-passazhirskikh-samoletov> (дата обращения: 07.04.2015).

2. Airbus представил проект пассажирского сверхзвукового самолета [Электронный ресурс] : Общество // РосБизнесКонсалтинг. URL: <http://top.rbc.ru/society/20/06/2011/601402.shtml> (дата обращения: 07.04.2015).

3. Сверхзвуковой самолет N+2: от Нью-Йорка до Лос-Анджелеса за два с половиной часа [Электронный ресурс] : Интернет и технологии // Новости Online.ua. URL: <http://news.online.ua/675262/sverhzhvukovoy-samolet-n-plus-2-ot-nyu-yorka-do-los-andzhelesa-za-dva-s-polovinoj-chasa-4-foto> (дата обращения: 07.04.2015).

4. Скрипин В. Сверхзвуковой самолет нового поколения родом из Японии [Электронный ресурс] // Новости высоких технологий. URL: <http://hi-news.ru/technology/sverhzhvukovoj-samolet-novogo-pokoleniya-rodом-iz-yaponii.html> (дата обращения: 07.04.2015).

5. Сверхзвуковые и очень пассажирские [Электронный ресурс]. URL: <http://www.testpilot.ru/review/sst2.htm> (дата обращения: 07.04.2015).

© Никитевич Н. В., Ромушкин А. Ю., 2015

УДК 629.7.03

РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ РЕЗОНАНСНЫХ ПУЛЬСИРУЮЩИХ ДЕТОНАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Н. В. Никитевич, А. А. Калашников, А. М. Турчанов, В. А. Миронова
Научный руководитель – А. Г. Кучкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nikolai.taishet@mail.ru

Авторы поднимают тему создания пульсирующего детонационного двигателя, доработки современных газотурбинных двигателей путем использования в них высокочастотных детонационных резонаторов, проводят расчет скорости истечения газов, импульса в пустоту, удельного импульса в зависимости от давления в камере сгорания, делают вывод, приводят пример практического использования детонационного горения.

Ключевые слова: авиация, двигатель, пульсирующий, газотурбинный, детонация, горение, резонатор.

WORKING PROCESSES OF THE RESONANT PULSING DETONATION ENGINES

N. V. Nikitevich, A. A. Kalashnikov, A. M. Turchanov, V. A. Mironova
Scientific supervisor – A. G. Kuchkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nikolai.taishet@mail.ru

In work authors lift a subject of creation of the pulsing detonation engine, completion of modern gas-turbine engines by use in them high-frequency detonation resonators, carry out calculation of speed of the expiration of gases, an impulse to emptiness, a specific impulse depending on pressure in the combustion chamber, draw a conclusion, give an example of practical use of detonation burning.

Keywords: aircraft, engine, pulsing, gas-turbine, detonation, burning, resonator.

Прогресс в авиации на всём протяжении её существования связан, главным образом, с прогрессом авиационных двигателей, а все возрастающие требования, предъявляемые авиацией к двигателям, являются мощным стимулятором развития авиационного двигателестроения.

Повышение эффективности современных энергетических установок требует колоссальных капиталовложений. Борьба идет за каждый процент повышения коэффициента полезного действия [1]. Это значит, что ресурс повышения эффективности существующих схем организации рабочего процесса в двигателях фактически исчерпан. Для того чтобы изменить ситуацию необходимы новые идеи и технологии.

На сегодняшний день появились решения по доработке авиационных двигателей. Предлагается использовать вместо традиционного термодинамического цикла Брайтона, цикл с детонационным сжиганием топлива, который является более эффективным [2].

Детонация – это сверхзвуковой самоподдерживающийся режим распространения горения, в котором химические реакции окисления газообразного, жидкого или твердого горючего инициируются сильной ударной волной и протекают за очень короткое время (микросекунды). Термодинамически это самый эффективный способ прямого сжигания горючего.

Одна из возможных схем детонационного двигателя включает в себя диффузор, механический клапан, связку детонационных труб и общее сопло. Трубы периодически заполняются топливно-воздушной смесью. Смесь сгорает в бегущих детонационных волнах, а горячие продукты детонации выбрасываются с высокой скоростью в окружающее пространство через сопло, создавая реактивную

тягу. Также существуют подобные схемы организации детонационного горения без механических клапанов, то есть в конструкции двигателя вообще отсутствуют подвижные элементы. Конструктивно такой двигатель является очень простым [3].

Отметим, что двигателям, созданным на базе традиционных детонационных труб, несмотря на высокую термодинамическую эффективность в единичной пульсации, свойственны некоторые недостатки, а именно:

- низкая частота пульсаций (до 100 Гц);
- высокие тепловые и вибрационные нагрузки;
- значительный уровень шума и т. д.

Устранить эти недостатки можно при использовании вместо длинных труб иных газодинамических устройств, например, кольцевых камер и газодинамических резонаторов для осуществления эффективного периодического процесса.

При детонационном горении значительно повышается давление в камере сгорания по сравнению с газотурбинным двигателем, поэтому нами был проведен расчёт скорости истечения газа (W), импульса в пустоту (I_s), удельного импульса (I_h), в зависимости от этого давления. Полученные значения сведены в таблицу.

Зависимость параметров в камере сгорания от давления

Рк, МПа	$\alpha = 0,85$				$\alpha = 0,95$			
	W	I_s	I_h	T	W	I_s	I_h	T
0,5	1 556,48	1 819,75	1 556,48	1 390,00	1577,94	1846,63	1577,94	2317,55
10	2 055,96	2 159,53	2 055,96	2 240,29	2087,17	2191,74	2087,17	2347,42
20	2 121,24	2 206,78	2 121,24	2 240,79	2152,74	2238,69	2152,74	2350,09

Анализируя результаты расчета, можно сделать вывод, что с увеличением давления в камере сгорания, к которому приводит детонационное горение, увеличивается и удельный импульс, являющийся важной характеристикой двигателя.

Одним из примеров практического применения детонационного горения может служить схема турбокомпрессорного детонационного двигателя, предложенная в научно-техническом центре им. Ляульки для модернизации двигателя МД-120.

Библиографические ссылки

1. Фролов С. М. Перспективы использования детонационного сжигания топлива в энергетике и на транспорте // Тяжелое машиностроение. 2003. № 9. С. 18.
2. Фролов С. М. Импульсные детонационные двигатели. М. : Торус пресс. 2006. 592 с.
3. Тарасов А. И., Щипаков В. А. Перспективы использования пульсирующих детонационных технологий в турбореактивных двигателях / ОАО «НПО «Сатурн» НТЦ им. А. Ляульки // Авиационно-космическая техника и технология. 2011. № 9 (86).

© Никитевич Н. В., Калашников А. А., Турчанов А. М., Миронова В. А., 2015

УДК 629.7.01

ДВИГАТЕЛЬ ПС-90А, ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

А. Р. Орлов, В. А. Миягашева, Д. В. Чашин
Научный руководитель – В. С. Фаворский

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: alexorlov08@mail.ru

Представлены материалы о маршевом двигателе ПС-90А, который, благодаря всем своим конструктивным особенностям, получил широкое применение в российской авиации. Проведенный анализ позволил выявить ряд преимуществ и недостатков пермского ПС-90А.

Ключевые слова: двигатель, турбореактивный, ПС-90А, Д-30КП, Ту-204, ИКАО, авиация.

ENGINE PS-90A, ITS APPLICATION AND DEVELOPMENT

A. R. Orlov, V. A. Miyagasheva, D. V. Chashchin
Научный руководитель – V. S. Favorskiy

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: alexorlov08@mail.ru

This article presents a sustainer engine PS-90A, which, thanks to all of its design features, has been widely used in the Russian aviation. The analysis revealed a number of advantages and disadvantages of the Perm PS-90A.

Keywords: engine, turbojet, PS-90A, D-30KP, Tu-204, ICAO, aviation.

Авиационная техника базируется на использовании новейших научно-технических достижениях, которые применяются во многих разработках.

Унифицированный маршевый двигатель ПС-90А представляет собой турбореактивный, двухконтурный, двухвальный двигатель со смещением потоков, оборудованный реверсивным устройством в наружном контуре.

Данным двигателем заинтересовались российские авиастроители в связи с ремоторизацией самолета Ил-76.

Анализ позволил выявить ряд преимуществ и недостатков пермского ПС-90А.

Высокая стоимость двигателя ПС-90А компенсировалась рядом преимуществ, в отличие от его «главного конкурента» Д30-КП. ПС-90А обладает большей взлетной тягой и тягой на крейсерском режиме, и при этом удельный расход топлива на 13...17 % ниже, а уже после 4-х часового полета при замене Д30-КП на ПС-90А экономия топлива составляет почти 5 тонн [1].

Отдельного рассмотрения требует вопрос соответствия данного двигателя стандартам Международной организации гражданской авиации (International civil aviation organization) [2].

Запас по шуму всех вариантов ИЛ-76 с ПС-90А соответствует нормам Главы 3 (стандарты допустимого уровня шума для дозвуковых реактивных самолетов и винтовых самолетов массой более 5 700 кг) и новым нормам Главы 4 (стандарты допустимого уровня шума для дозвуковых реактивных самолетов и винтовых самолетов массой более 8 618 кг) стандарта ИКАО, когда Д30-КП, он же «Бурлак», только главе 3 [3].

Следующим фактором, который должен соответствовать стандартам ИКАО, являются выбросы в атмосферу двигателем оксидов азота и углерода, несгоревших углеводородов и дыма. Международный стандарт ИКАО по выбросам (эмиссии) вредных веществ от авиационных двигателей гражданской авиации существует в виде тома II «Эмиссия авиационных двигателей» приложения 1 к Конвенции о международной гражданской авиации. В России эмиссия вредных веществ регулируется

Авиационными правилами АП-34 «Охрана окружающей среды. Нормы эмиссии для авиационных двигателей» [4].

Двигатель ПС-90А гораздо экологичнее Д30-КП. Единственный минус в этом сравнении – выброс оксидов азота (NO_x) больше на 20 %, но этот показатель соответствует норме ИКАО.

Высокий уровень безопасности ПС-90А обусловлен обеспечением защиты при обрыве рабочих лопаток вентилятора, при расцеплении вала турбины низкого давления и тем, что большой запас по тяговооруженности позволяет применять на взлете пониженные, менее теплонапряженные режимы.

Коммерческая нагрузка ПС-90А на 10 тонн больше, дальность полета больше на 1 000 км и потребная длина ВПП почти в два раза меньше.

Таким образом, ПС-90А выигрывает и в надежности, и в техническом обслуживании, и в уровне безопасности, и даже в уровне выброса вредных веществ.

Данный тип двигателя получил широкое применение в российской авиации. ПС-90А и его модификации устанавливаются на дальнемагистральных и среднемагистральных пассажирских Ил-96 и Ту-204 и их модификациях (Ил-96-300, Ту-204-300, Ту-204-100 и пр.), на самолете для первого лица Ил-96-300ПУ, на самолете с VIP салоном Ту-214VIP, на транспортных самолетах гражданской авиации и на самолетах гражданской обороны, таких как самолеты ДРЛО. А также реализация в конкретных узлах двигателя термодинамических процессов, образующих его цикл, приводит к изменению параметров рабочего тела (потока воздуха) по длине проточной части, что можно наглядно продемонстрировать на графиках во время практических работ со студентами по дисциплине «Двигатели летательных аппаратов» [5].

Материалы данной статьи представляют интерес для студентов учебных заведений авиационного профиля для расширения их кругозора и знакомства с современными направлениями развития отечественной авиационной техники.

Библиографические ссылки

1. Автоматизированная система диагностики двигателя ПС-90А самолетов Ил-96-300, Ту-204 и Ту-214 «Диагноз-90» [Электронный ресурс]. URL: <http://avia-simply.ru/dvigatel-ps-90a/> (дата обращения: 07.04.2015).
2. International Civil Aviation Organization [Электронный ресурс]. URL: <http://www.icao.int/Pages/default.aspx> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Обзор рынка российских авиадвигателей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.advisers.ru/file/advisers/dvigat.pdf> (дата обращения: 07.04.2015).
4. Разработка новой системы шумоглушения [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ukpmk.ru/pr/other/aviadv/ib6/sistshumgl/> (дата обращения: 07.04.2015).
5. Турбореактивный двухконтурный авиационный двигатель ПС-90А [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pnz.ru/products/civil/ps-90a/> (дата обращения: 07.04.2015).

© Орлов А. Р., Миягашева В. А., Чащин Д. В., 2015

УДК 629.733

ДИРИЖАБЛИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

А. В. Пономарёв, В. В. Геращенко
Научный руководитель – В. В. Лукасов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: vladisav.gerashchenko@mail.ru, monomax1213@gmail.com

Показаны перспективы развития дирижаблестроения, их строение и возможности, что уже достигнуто и приводят сравнительный анализ в виде таблицы.

Ключевые слова: дирижабль, R34, AU-30, АТЛАНТ 100, Aeroscraft ML866, баллонет, гелий, ЛА легче воздуха.

AIRSHIPS, THEIR DEVELOPMENT PROSPECTS

A. V. Ponomarev, V. V. Gerashchenko
Scientific supervisor – V. V. Lucasov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: vladisav.gerashchenko@mail.ru, monomax1213@gmail.com

Authors preparing this work, show prospects of airship, their structure and the possibility of what has been achieved and provides a comparative analysis in the form of a table.

Keywords: Airship, R34, AU-30, Atlanta 100, Aeroscraft ML866, ballonnet, helium is lighter than air aircraft.

Среди малоосвоенных летательных аппаратов, перспективным является дирижабль.

Дирижабль – ЛА легче воздуха, управляемый самодвижущийся. В отличие от обычного воздушного «шара, который летит» исключительно по направлению ветра и может маневрировать только по высоте в попытке поймать ветер нужного направления, дирижабль способен двигаться относительно окружающих воздушных масс в направлении, выбранном пилотом. Для этой цели летательный аппарат оснащен одним или несколькими двигателями, стабилизаторами и рулями, а также имеет аэродинамическую («сигарообразную») форму. Баллонет – это внутренняя оболочка дирижабля, изготовленная из резинового материала и наполняемая гелием, которая способна расширяться и сжиматься [1].

Первые полёты. Изобретателем дирижабля считается Жан Батист Мари Шарль Мёнье. Первым аппаратом легче воздуха, пересёкшим Атлантику, стал британский дирижабль R34. В 1924 году состоялся трансатлантический полёт немецкого дирижабля LZ 126. В 1926 году совместная норвежско-итало-американская экспедиция под руководством Р. Амундсена на дирижабле «Норвегия» конструкции Нобиле осуществила первый трансарктический перелёт. Дирижабль «Граф Цеппелин» в сентябре и октябре 1929 г. начал первые трансатлантические рейсы. В этом же году LZ 127 «Граф Цеппелин» с тремя промежуточными посадками совершил свой легендарный кругосветный перелёт. За 20 дней он преодолел более 34 тысяч километров со средней полётной скоростью около 115 км/ч [3].

Дальнейшее развитие дирижаблестроения было приостановлено в связи с катастрофой дирижабля «Гинденбург» 6 мая 1937 года во время посадки. Применение водорода поставило крест на их использовании [2].

И только применение нейтрального газа – гелия, позволило вернуться к дирижаблестроению. Это связано со следующим.

Во-первых, возможность выполнения полетов и доставки груза в труднодоступные места от 10 до 100 т и более.

В-вторых, дирижабль обладает возможностью, выполнять продолжительный полет.

В-третьих, для дирижаблей не требуются аэродромы, и специальной посадочной аппаратуры.

В-четвертых, дирижабль выполняет полеты на высотах не требующих специального кислородного оборудования и герметичности кабин.

В-пятых, высота, позволяющая выполнять полеты не занимая воздушное пространство, занятое полетами ГА.

В-шестых, процесс производство и ввод дирижабля в эксплуатацию очень мал, по сравнению со всеми летательными аппаратами тяжелее воздуха [4].

На данный момент у России уже есть опыт эксплуатации дирижаблей. В серийном производстве АУ-12 и АУ-30, которые показывают, что использование дирижаблей дает хороший результат. В настоящее время разработаны проекты дирижаблей России и США, которые в ближайшие 5 лет будут использоваться в эксплуатации:

Сравнительные характеристики

Страна	Название	Характеристики					
		Объём оболочки, м ³	Длина дирижабля, м	Экипаж, чел.	Грузоподъемность, кг	Макс. скорость, км/ч	Макс. дальность полета, км
Россия	АТЛАНТ 30	30 000	75	3	16 000 (80 чел)	150	4 000
	АТЛАНТ 100	100 000	130	3	60 000 (200 чел)	150	6 000
США	Aeroscraft Dragon Dream	17 000	79	2-3	15 000		3 800
	Aeroscraft ML866	107 000	152		66 000		5 700

Проведя анализ информации, можно сделать вывод о том, что развитие дирижаблестроения несёт огромный положительный эффект для всей гражданской авиации. Использование дирижаблей в Гражданской авиации и народном хозяйстве позволит России значительно увеличить перевозку грузов и пассажиров, в том числе и труднодоступные места, с наименьшими материальными и финансовыми затратами на их производство, строительство и оборудование стартовых площадок.

Библиографические ссылки

1. Проект: Дирижабль Aeroscraft Dragon Dream [Электронный ресурс]. URL: <http://diskolet.ru/airship-aeroscraft-dragon-dream-worldwide-aeros-corporation-usa> (дата обращения: 30.03.2015).
2. «Авгурь» РосАэроСистемы. [Электронный ресурс]. URL: <http://rosaerosystems.ru/atlant/> (дата обращения: 30.03.2015).
3. Дирижабли: история и перспективы воздушных «слонов» [Электронный ресурс]. URL: <http://gridder.ru/technologies/dirizhabli-istorija-i-perspektivy-vozdushnyh-slonov> (дата обращения: 30.03.2015).
4. Инвестиции в промышленность, социальную сферу и инновации [Электронный ресурс]. URL: <http://investinnoprom.ru/gruzovye-dirizhabli.php> (дата обращения: 30.03.2015).

© Пономарёв А. В., Герашенко В. В., 2015

УДК 629.734/735

АНАЛИЗ ОЦЕНКИ РАБОТЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЗАВОДА ПО ПРОДЛЕНИЮ РЕСУРСА ПЛАНЕРА В ОТРЫВЕ ОТ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. В. Рыбков

Научный руководитель – Н. В. Никушкин

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: leshka.89@mail.ru

Рассмотрены проблемы объективной оценки и принятия решения по продлению планера на основе проведенного осмотра и анализа коррозионных повреждений специалистом завода изготовителя.

Ключевые слова: коррозия, проблемы оценки, анализ специалистов.

ANALYSIS OF ESTIMATION WORK FACTORY REPRESENTATIVE ON PROLONGATION THE AIRPLANE RESOURCE IN ISOLATION FROM THE COMPANY

A. V. Ribkov

Scientific supervisor – N. V. Nikushkin

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: leshka.89@mail.ru

The article deals with the problem of objective evaluation and decision on the extension of the airframe on the basis of the inspection and analysis of corrosion damage specialist manufacturer.

Keywords: corrosion, problems of estimations, analysis works of experts.

Каждое воздушное судно и каждый агрегат имеет «назначенный срок службы» и «назначенный ресурс» (ГОСТ 27.003), который в свою очередь может быть продлен по решению завода изготовителя предварительно пройдя всецелую диагностическую проверку.

Назначенный ресурс – это суммарная наработка при достижении которой эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния (ГОСТ 27.002–89).

Назначенный срок службы – календарная продолжительность эксплуатации объекта, при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено (ГОСТ 27.002–89).

Принятие решения о дальнейшей эксплуатации агрегата или его списании принимается заводом изготовителем путем направления агрегата на завод или же направление специалиста завода на предприятие эксплуатанта, для проведения диагностики агрегата силами и средствами эксплуатирующей организации совместно с представителем завода изготовителя.

Возможности диагностирования и качество диагностики на заводе сильно отличаются от возможностей предприятия эксплуатанта. Это связано с отсутствием у предприятия эксплуатанта специальных приборов неразрушающего контроля (ПНК), неквалифицированными работниками работающими с ПНК, субъективностью мнения при принятии решения, трудностью доступа и сложностью подхода к некоторым элементам планера и агрегатов.

В случае, когда необходимо провести диагностику и продление планера ЛА, в целях экономической целесообразности и сокращения времени простоя воздушного судна (ВС), с завода изготовителя командировается представитель завода. Экономически это сверхвыгодно, по нескольким причинам. Один перелет ВС требует серьезных материальных затрат. Так для продления планера 1-го вертолета Ми-8 из Красноярска в Казани потребуется порядка 1,5 млн руб. без учета стоимости самого продления.

Технологически для такого продления необходимо полностью вскрыть все лючки и панели для качественного осмотра, анализа повреждений и принятия объективного решения о продлении или

списании ВС (URL: <http://www.ru.Wikipedia.org>). Однако в связи с совокупностью таких факторов как труднодоступность некоторых элементов планера и человеческим фактором невнимательности и нежеланием делать трудоемкую работу, качество диагностирования и предоставляемая оценка не могут быть объективны.

Помимо того, что оценка может быть не объективной из-за некачественного осмотра, оценка также является субъективным мнением 1-го специалиста проводившего осмотр. Так, к примеру при прочих равных условиях 2 разных специалиста могут вынести 2 различных решения. Таким образом, решение о продлении или списании планера полностью зависит от квалификации специалиста завода.

В свете выше изложенного можно сделать следующие замечания. Хотя в руководстве по технической эксплуатации (РТЭ) и в руководстве по техническому обслуживанию (РТО) строго указаны возможные допущения, проявляемые в процессе эксплуатации воздушного транспорта (ВТ), ими не всегда руководствуются как представители завода, так и специалисты предприятия эксплуатанта, что ведет к снижению прочностных характеристик ЛА и безопасности полетов.

© Рыбков А. В., 2015

УДК 629.734/735

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ БЕЗОПАСНОСТИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

А. А. Семенов, И. Л. Пчелин
Научный руководитель – О. Г. Бойко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: contact.semyonov@gmail.com

В течение эксплуатации изделий авиационной техники время от времени возникают отказы, приводящие к опасным последствиям. Вероятность этих отказов близка к нулю, следовательно, применение теории надежности для предсказания подобных явлений невозможно. В работе проанализированы существующие подходы к оценке возможности маловероятных событий, а также их применение в отрасли гражданской авиации.

Ключевые слова: теория безопасности, надежность, риск, дерево отказов, экспертные оценки.

THE APPLICATION OF SAFETY THEORY IN CIVIL AVIATION

A. A. Semyonov, I. L. Pchelin
Scientific supervisor – O. G. Boyko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: contact.semyonov@gmail.com

During the operation of aircrafts from time to time take place failures that lead to dangerous consequences. The probability of failure is close to zero; therefore we cannot apply reliability theory to forecast such occurrences. This paper analyzes the existing approaches to estimating the probability of very rare events, as well as their application in the civil aviation.

Keywords: safety, reliability, risk, fault tree, expert estimates.

Несмотря на развитие теории надежности, а также постоянное совершенствование процессов проектирования, изготовления и технического обслуживания авиационной техники, в течение ее эксплуатации иногда возникают отказы, которые способны привести к серьезным последствиям (непредвиденным простоям воздушных судов, инцидентам и даже катастрофам).

Данные события – редкие, происходящие с вероятностью близкой к нулю. Редкость таких событий обусловлена высокой надежностью систем гражданской авиации. Однако их значительность, а также ущерб, который они наносят, говорит о необходимости решения задач предупреждения и прогнозирования подобных событий. Кроме того, обобщая опыт эксплуатации воздушных судов гражданской авиации, учитывая постоянство количества инцидентов, можно сделать вывод, что подобным проблемам уделяется незаслуженно мало внимания.

Рябинин Игорь Алексеевич отмечает, что используя такие традиционные методы повышения надежности, как взаимозаменяемость, восстанавливаемость и избыточность мы можем лишь гарантировать отказоустойчивость системы, что в свою очередь не тождественно ее безопасности, так как при достаточно долгой эксплуатации, возможны ситуации со сложной комбинацией крайне маловероятных отказов, приводящих к опасному состоянию [1].

Основные отличия теории безопасности от теории надежности заключаются в том, что данные дисциплины учитывают принципиально разные факторы, воздействующие на систему. В теории надежности наибольшее внимание уделяется структурным схемам систем, влиянию числа элементов и связям между ними. В то время как теория безопасности занимается изучением влияния внешней

среды, учетом ошибок проектирования, изготовления и эксплуатации изделий, а также оценкой степени опасности маловероятных событий.

По всему миру вопросами безопасности занимаются, как множество ученых, так и практиков-специалистов. Они нашли применение в самых различных сферах, от экологии и экономики до компьютерной безопасности. Несмотря на попытки некоторых ученых формализовать и стандартизировать хотя бы базовые понятия теории безопасности [2], на сегодняшний день, к сожалению, ни одна система понятий не является общепризнанной и в рамках каждой дисциплины продолжают использовать собственные понятийные и математические аппараты.

На сегодняшний день в отечественной науке существует два подхода к определению безопасности: вероятностный и рисковый. Оба подхода нашли применение при анализе работы сложных систем широко распространенных в гражданской авиации.

Вероятностные подходы включают в себя методы дерева отказов [1], методы экспертных оценок [3], также их комбинации и вариации [4]. Методы вероятностного подхода в основном применяются на этапе проектирования сложных систем.

Метод дерева отказов позволяет на основе множества возможных опасных событий (предпосылок) составить причинно-следственную цепочку, приводящую систему в опасное состояние, а также проанализировать связи между ними. При этом используется математический аппарат булевой алгебры и логико-вероятностные методы, изучающие логическую взаимосвязь между различными отказами и возможным опасным состоянием, а само дерево является их графическим представлением.

Экспертные методы используют формализованные базы данных об опасных факторах и их влиянии на головное событие. Элементами баз являются лингвистические переменные, количественным описанием которых являются бальные показатели и коэффициенты, сформулированные с привлечением экспертных знаний.

В настоящий момент наибольшее внимание уделяется комбинированным методам, сочетающим в себе, как достоинства метода «дерева отказов», так и наглядность причинно-следственных связей, возможность и простота формализации, упрощения и компьютерной обработки полученных моделей, и достоинства экспертных методов: возможность получения достоверных выводов при ограниченном и противоречивом объеме исходных данных. Кроме того, используя данные методы возможно создание автоматизированных систем анализа безопасности полетов. На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что использование комбинированных методов вероятностного подхода сложно и трудоемко, результаты расчета безопасности систем ограничены (не способны учесть все множество факторов), но вместе с тем способны снизить количество серьезных происшествий. Экономическая целесообразность неочевидна и требует изучения.

Рисковый подход в гражданской авиации на настоящий момент базируется на разрабатываемом ИКАО стандарте систем управления безопасностью полетов (СУБП) ANNEX-19, в котором используются принципы управления рисками по факторам опасных воздействий на системы, а также устанавливается собственная система понятий. Принципиальным отличием этого подхода является применение его не к отдельным системам воздушных судов, а ко всему авиационному комплексу, как государства, так и отдельных авиакомпаний.

Априорная информация для создания баз данных, матриц риска и т. д. собирается и анализируется со всего мирового парка воздушных судов федеральными агентствами стран участниц ИКАО. После чего разработанный государством стандарт внедряется в существующую в каждой авиакомпании систему управления, дополняя уже имеющиеся системы (например, систему управления качеством). Для расчета рисков используются экспертные методы оценки рисков, схожие с используемыми при вероятностном подходе.

Несмотря на то, что ANNEX-19 вступил в силу 14 ноября 2013 года, на сегодняшний день Россия находится на этапе методологических разработок государственной программы по управлению безопасностью полетов [5], а также предлагаются соответствующие методологии теории безопасности и математические методы расчетов рисков [6].

Основной проблемой рискового подхода к анализу безопасности полетов в гражданской авиации является то, что данный подход недостаточно разработан и представляет собой набор заимствованных методов. Оценить его эффективность не представляется возможным. Однако, в связи с тем, что в ближайшем будущем наша страна будет вынуждена использовать СУБП, затратив на разработку и внедрение колоссальные средства, необходимо уделить научному исследованию этих вопросов максимум внимания.

Библиографические ссылки

1. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб : Политехника, 2000. 248 с.
2. Попов Н. С., Лузгачева Н. В. Формализация базовых понятий теории безопасности / Университет им. В. И. Вернадского. 2010. № 10–12(31). С. 29–37.
3. Васильев В. И., Жернаков С. В. Контроль и диагностика технического состояния авиационных двигателей на основе экспертных систем // Вестник Уфим. гос. авиац. техн. ун-та. 2007. Т. 9, № 4(22). С. 11–23.
4. Серебровский А. Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов // Математические машины и системы. 2002, С. 41–48.
5. Шапкин В. С., Евдокимов В. Г., Куклев Е. А. Разработка ключевых терминов и определений, рекомендуемых для стандартизации в гражданской авиации России в системе менеджмента безопасности авиационной деятельности // Научный вестник МГТУ ГА. 2013. № 187. С. 41–45.
6. Смуров М. Ю., Куклев Е. А., Евдокимов В. Г., Гипич Г. Н. Безопасность полетов воздушных судов гражданской авиации с учетом рисков возникновения негативных событий // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 1(38). С. 48–52.

© Семенов А. А., Пчелин И. Л., 2015

УДК 629.735.067 = 111

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Д. В. Телегин, Л. В. Фомин
Научный руководитель – П. Р. Чирков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: efimova.antonina2012@yandex.ru

Ошибки в техническом обслуживании воздушных судов не являются самой частой причиной лётных происшествий. Однако большая степень личной и коллективной ответственности за свою работу, условия выполнения работ, создающие дополнительный стресс, технические и психологические ограничительные факторы часто ведут к ошибкам и мелким промахам в работе персонала, обслуживающего воздушные суда. Методы отслеживания и борьбы с влиянием человеческого фактора в этой сфере постоянно дорабатываются и совершенствуются.

Ключевые слова: человеческий фактор, техническое обслуживание, надёжность, ограничение, предотвращение, коммуникация, усталость, упущение.

HUMAN ERROR IN AIRCRAFT MAINTENANCE

D. V. Telegin, L. V. Fomin
Scientific supervisor – P. R. Chirkov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: efimova.antonina2012@yandex.ru

There is evidence that maintenance of different aircraft systems is nowadays contributing to an increasing proportion of accidents. Maintenance is a major point of direct interaction between people and technology, where human capabilities and limitations can have a significant impact on system safety and reliability. Maintenance tasks are performed incorrectly or are omitted due to human error. Parts are installed incorrectly, found missing, and there are no checks. These actions occur in the context of local conditions – communication, workplace conditions, and equipment. Ways of counteracting these aggravating factors is being in progress, and new methods of preventing human errors are being implemented.

Keywords: maintenance, safety threats, human factor, human error, reliability, limitation, omission, stress factors.

Improper maintenance is the cause of a significant number of aviation accidents and incidents. The cause of it is that a certain percentage of maintenance tasks are carried out incorrectly or not performed at all due to human error. The mistakes include parts installed with some inaccuracy, parts not installed, and missing checks. The majority of maintenance errors do not lead to accidents; however, a small proportion presents serious threats to safety. The mistakes of maintenance personnel can be more difficult to detect as compared to mistakes made by flight crews, and often remain latent, affecting the safety of operation of aircraft only in some future situations.

Maintenance of different aircraft systems, which become more and more complex, has already caused an increasing number of accidents. As automated systems become increasingly common, people are performing only indirect control of equipment and systems. This involves more complex interaction between people and technology, where human abilities and drawbacks can also have an impact on the general technological safety and reliability.

Aircraft come with manuals that specify their performance. Procedures too, have been created by people and can be documented and understood. But when it comes to people, they are system elements that

come with no operating manual or user's instructions, and they often perform in ways unpredicted by the system designers. Some of their errors can be easily explained, an arithmetic error for example, while others are harder to predict. Although individuals differ, researchers have discovered general principles of human performance that can help to create safer and more efficient systems [1] Introducing the concept of "human factor" and the disclosure of its contents, along with the existing concept of "personal factor", was primarily due to the successes achieved in the engineering and social psychology in the areas of research of the interaction of the operator with technical devices, the environment, etc. [2].

Maintenance personnel meet a set of human factors unique for the industry. Maintenance technicians work in an environment that is more trying than most other jobs in engineering. The work may be carried out at heights, in confined spaces, in hard cold or strong heat. The work can be physically strenuous, at the same time requiring high-level skills and attention to detail. Maintenance technicians often spend more time preparing for a task than actually carrying it out. Filling in all sorts of documents is a time-consuming activity, and maintenance engineers often spend nearly as much time on paperwork as on maintenance itself. Complex procedures require good communication and coordination, yet verbal communication can be difficult due to noise levels and the use of hearing protection. The work often means fault diagnosis and problem solving within a limited period of time, particularly at the gate. Maintenance personnel also face unique sources of stress. Air traffic controllers and pilots can leave work at the end of the day and never worry about it anymore. When maintenance personnel leave work at the end of their shift, they know that the work they performed will be relied on by crew and passengers for months. The emotional burden on maintenance personnel whose work has been involved in accidents is largely unrecognized outside the aircraft maintenance institutions. On more than one occasion, maintenance personnel have taken their own lives following aircraft accidents caused by maintenance error [1].

Accidents or incidents are usually caused by the actions of operational personnel. However, these actions occur in the context of local conditions, such as communication, workplace conditions, and equipment. The task environment also includes risk controls. They are procedures, checks or precautions aimed at managing hazards that threaten safety. Risk controls, local conditions and individual actions are often influenced by organizational factors such as company policies, the ways the resources are used, and management. The use of the term 'human error' should not imply that we have a problem with people. But naturally, as the workload increases the specialist tends to employ more procedures which are less time-consuming, together with a progressive reduction to the minimum of information and the relaxation of certain self-imposed qualitative criteria. It is evident that the number of decisions to be made becomes a stressful condition when the worker's decision-making capacity and the level of concentration are overloaded. Psychological error models categorize errors according to the person's intentions at the time of their action. An advantage of psychological descriptions is that they help to place the error in its organizational context, and then develop appropriate countermeasures. For example, if it is concluded that someone did not perform a necessary action because he or they forgot, there should be the prompts to memory, such as documentation. If, on the other hand, a person did not perform a necessary action because he or they thought the procedure did not require it, there should be more training hours for the personnel.

There are scheduled and unscheduled maintenance tasks. The distinction between these two categories has significant implications for maintenance human factors. Scheduled maintenance tasks are performed regularly, and so are familiar routines for maintenance personnel. Experienced personnel can hardly make mistakes related to a lack of knowledge or skills on a familiar preventative task. They are mostly the consequences of breakdowns in teamwork, like everyday 'absent – minded' mistakes of forgetting to install components. Unscheduled tasks are usually corrective in nature, and are performed in response to unplanned events such as aircraft damage or component failure. Although some unscheduled tasks are minor, others require extensive system knowledge, problem solving and specialized skills.

Delays to aircraft caused by maintenance can impose significant costs on operators, and much maintenance work is carried out under time constraints. Sometimes it is really difficult to deal with the pressures imposed by aircraft departure times and maintenance schedules. Time pressure is particularly likely to lead to memory lapses and unwanted changes in repair procedures, such as where an engineer uses a shortened list of checks to enable an aircraft to depart on time [1].

Few maintenance workers work completely alone, and to perform their work successfully, they must coordinate with other operational personnel. Coordination problems such as misunderstandings, ineffective communication, and incorrect evaluations are reported in many reviews of maintenance incidents. Many maintenance tasks cannot be completed in a single shift. Aircraft maintenance workers frequently need to accept work in progress from colleagues, and pass incomplete work to an incoming shift. The need to

accurately and effectively transfer information, in many cases without face-to-face contact, is a crucial aspect of maintenance work [1]. All these hazards together cause serious stress.

To be balanced, stress is not all bad. We need to be stimulated in order to stay active and feel productive. The absence of stress leads to boredom, which is an undesirable condition for technologically complex professions. Too much stress, however, causes overload and the work will suffer. It is difficult to control stress, but not entirely impossible. Specialists say that the first step in coping is to identify stressors and the symptoms that occur after exposure to those stressors. Coping efforts can be focused toward the stressor or the emotions that arise as a result of stress, but the most effective strategy is to deal with both the stressor and its emotional impact. Reducing the negative emotional impact of the stressor removes many of the barriers that obstruct the problem-solving thought processes [3]. The first step is to learn to recognize the symptoms of stress, then there come a number of countermeasures such as preparing and planning your work actively, taking care of the physical aspect: food, sleep and exercise, keeping workload under control.

In order to understand and ultimately prevent accidents, it is necessary to trace the chain of causes back through all the elements of the system including organizational influences. This is often referred to as root cause analysis. This analysis identifies two main types of risk controls connected with maintenance errors – preventative controls and recovery risk controls. Preventative risk controls are intended to reduce the chance of unwanted events such as human error. Recovery risk controls are designed to detect and recover from a dangerous situation once it has started to develop. Functional checks and duplicate inspections are examples of procedures designed to detect maintenance errors [1]. Less formal approaches also have a role in preventing errors. For example, a read-back of verbal instructions can be effective in reducing communication errors.

A significant problem facing maintenance organizations is how to encourage the disclosure of maintenance incidents and not to leave them unknown to management. Despite the extensive documentation that accompanies maintenance, the day-to-day work of maintainers may be less visible to management than the work of pilots or controllers. While all involved in aviation safety must be prepared to take responsibility for their actions, response in the form of punishment to genuine errors is the wrong way of problem-solving. The concept of ‘just culture’ has been promoted, in which some extreme violations will result in discipline, however most will not [1]. Progress is being made towards error reporting systems that help maintenance engineers to deal with genuine mistakes without fear of punishment. The issues of blame and justice should not be applied just to maintenance personnel on the hangar floor. Managers and supervisors are also responsible for the performance of the personnel who report to them. When workplace violations occur, measures should be taken not only to point them out to those directly involved, but also to managers. For example, if an incident was a routine rule violation, managers should be called to account for their failure to ensure precision of the workers’ actions, or their failure to change the rule if it was an unnecessary one. The probability of maintenance error can be minimized by identifying and counteracting error-producing conditions in the organization. Airlines can learn to manage the threat of maintenance error in the same way they deal with natural hazards such as weather [1].

Библиографические ссылки

1. Hobbs A. An Overview of Human Factors in Aviation Maintenance – Australian Government/ Australian Aviation Safety Bureau // ATSB Transport Safety Report: Aviation Research and Analysis Report AR-2008-055 Final, 37 p.
2. MacBurnie E. (1999). Human Factors Today: managing human error. ICAO Journal, 51(8), 5–30.
3. MacBurnie E. (1996). Human Factors in Aviation. ICAO Journal, 51(8), 4–29.

© Телегин Д. В., Фомин Л. В., 2015

УДК 629.7.03

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ОПРЕДЕЛЕНИИ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А. М. Турчанов
Научный руководитель – В. В. Лукасов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: flighttt1994@yandex.ru

Раскрывается вопрос, связанный пониманием применения условия функции распределения в расчётах надёжности.

Ключевые слова: функция распределения, надёжность.

THE USE OF THE DISTRIBUTION FUNCTION IN DETERMINING THE RELIABILITY OF TECHNICAL PRODUCTS

A. M. Turchanov
Scientific supervisor – V. V. Lukasov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: flighttt1994@yandex.ru

The article deals with the question related to understanding the use of the distribution function in terms of reliability calculations.

Keywords: The distribution function, reliability.

При изучении «Основ теории надёжности» встречается ряд вопросов, которые вызывают трудности в их понимании. Одним из них является вопрос, связанный с функцией распределения случайной величины. Рассмотрим его с позиции надёжности изделий авиационной техники.

Любая случайная величина X характеризуется:

- 1) диапазоном её значений $[A, B]$;
- 2) функциями распределения $F(x)$ и $f(x)$ в этом диапазоне.

Функции распределения случайных величин

$F(x)$ – функция распределения вероятностей значений случайной величины X .

При каждом x : $F(x) = \text{Вер}(X < x) = P(X < x)$.

С точки зрения статистического определения вероятности при достаточно большом числе реализаций X в испытаниях

$$P(X < x) = \omega(X < x),$$

где $\omega(X < x)$ – доля тех реализаций случайной величины X в данных испытаниях, в которых X была меньше данного. Например, если в данных испытаниях X была меньше x в 70 % реализаций, то $\omega(X < x) = 0,7$

При увеличении количества испытаний N величина ω уточняется, при этом она как к пределу стремится к точному значению вероятности $P(X < x)$, т. е.

$$\omega(X < x) \rightarrow P(X < x), \text{ при } N \rightarrow \infty,$$

или, короче,

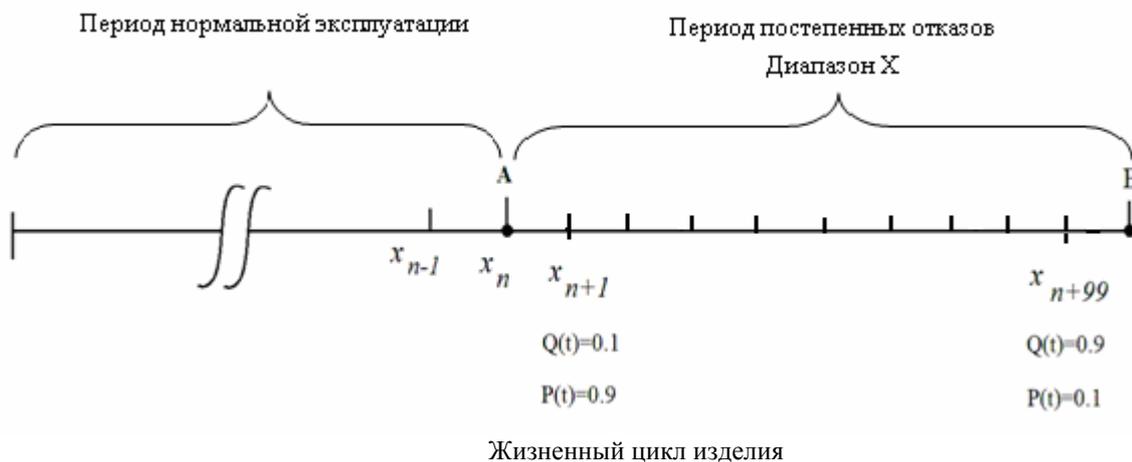
$$\omega(x) \rightarrow P(X < x), \text{ при } N \rightarrow \infty [1].$$

Как показывает опыт эксплуатации (статистика), до 80 % авиационных изделий могут безопасно эксплуатироваться и после окончания назначенного ресурса. Но в гражданской авиации это запрещено [2].

Так как эксплуатация подразделяется на периоды нормальной эксплуатации и постепенных отказов, то при использовании функции распределения для расчёта надёжности применимо условие $(X < x_i)$ – то есть диапазон X всегда должен быть меньше какого-то значения x (см. выше).

Переходя к эксплуатации авиационной техники (см. рисунок) диапазон X является периодом нормальной эксплуатации изделия. В период постепенных отказов (который составляет примерно 20–25 % от назначенного ресурса), из-за постепенной усталости, старения изделие может отказывать. То есть точкой A заканчивается диапазон X и возможно появление x_i [3].

В начале диапазона AB вероятность появления x_i (вероятность отказа) равна 0.1, а вероятность безотказной работы $P(t) = 0,9 (x_n + 1)$. В конце диапазона AB вероятность появления отказа $x_i (x_{n+99})$ $Q(t) = 0,9$, а вероятность безотказной работы $P(t) = 0,1$ (см. рисунок).



Такое представление условия функции распределения позволяет правильно понимать, а значит, и выполнять расчёты надёжности изделий авиационной техники.

Библиографические ссылки

1. Основы теории надёжности : учеб. пособие / Н. Н. Кокушин, А. А. Тихонов, С. Г. Петров, В. Е. Головкин, И. В. Ключкин ; ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2011. 77 с. : ил. 48, табл. 1.
2. Когге Ю. К., Майский Р. А. Основы надёжности авиационной техники. М. : Машиностроение, 1993. 176 с.
3. Проников А. С. Надёжность машин. М. : Машиностроение, 1978. 592 с.

© Турчанов А. М., 2015

УДК 629.7/621.01

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕОРЕМЫ УМНОЖЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В РАСЧЕТАХ БЕЗОТКАЗНОСТИ СИСТЕМ

Е. А. Фурманова
Научный руководитель – О. Г. Бойко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: furmula@mail.ru

Выполнен анализ традиционной и новой модели надежности для систем с последовательным и параллельным соединением одинаковых элементов. Показано, что применение теоремы умножения вероятностей не обеспечивает получение результатов качественно соответствующих развитию отказов в системах. Для расчета безотказности систем предложен метод, основанный на использовании суммарной плотности вероятности отказа элементов, составляющих ее работоспособную часть.

Ключевые слова: теорема умножения вероятностей, вероятность безотказной работы, последовательное и параллельное соединение элементов, суммарная плотность потока отказов.

ON THE USE OF THE PROBABILITIES ADDITION THEOREM IN THE CALCULATION OF OF SYSTEM RELIABILITY

E. A. Furmanova
Scientific supervisor – O. G. Bouko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: bouko1962@yandex.ru

In this paper was presented the analysis of traditional and new models of reliability for systems with serial and parallel connection of the same elements It is shown that the application of the multiplication theorem of probability does not provide a qualitative result of failures in the development of appropriate systems. To calculate the reliability of systems is proposed a method based on the use of the total density of the probability of failure of elements that make up part of its working capacity

Keywords: multiplication theorem of probability, the probability of failure-free operation, sequential and parallel connection of elements, the total density of failure flow.

В классической теории надежности, при расчетах безотказности систем применяется теорема умножения вероятности отказов и безотказной работы элементов. При последовательном соединении перемножаются вероятности безотказной работы (ВБР) элементов, а при параллельном соединении – вероятности их отказов (ВО). В теории вероятности эта теорема доказаны только для событий, относящихся к схеме случаев и может применяться без доказательства к событиям, не относящимся к схеме случаев [1].

Целью предлагаемой работы является рассмотрение возможности использования теорем умножения или сложения вероятностей в расчетах безотказности различных систем. В статье рассмотрены традиционные и новые модели надежности для систем с последовательным и параллельным соединением одинаковых элементов.

Рассмотрим процедуру определения ВБР для системы из пяти последовательно соединенных элементов. В соответствии с традиционным подходом выражение для оценки вероятности безотказной работы такой системы имеет вид

$$P(t) = (p(t))^5, \quad (1)$$

где $p(t)$ – ВБР элемента системы.

Из (1) следует, что вероятность отказа системы $P(t)=1$ достигается при $p(t)=1$ для всех элементов, т. е. что система откажет вследствие одновременного отказа всех пяти элементов. Вместе с этим совершенно очевидно, что такие системы отказывают вследствие отказа только одного элемента.

Исследуем возможности традиционного метода подробнее. Поскольку в (1) вид функции распределения ВБР элементов не задан, то для примера в расчетах примем закон распределения ВО в виде распределения равномерной плотности вида

$$q(t) = \begin{cases} f(t) \cdot t & \text{при } 0 < t < 2T_{cp}, \\ 1 & \text{при } t > 2T_{cp}, \end{cases} \quad (2)$$

где T_{cp} – средняя наработка на отказ элемента; $f(t)$ – плотность вероятности отказа вида

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t > 2T_{cp}, \\ \frac{1}{2T_{cp}} & \text{при } 0 < t < 2T_{cp}, \end{cases}$$

Тогда ВБР системы в соответствии с (1) будет иметь вид

$$P(t) = [1 - f(t) \cdot t]^5, \quad (3)$$

Анализ моделей (1) и (3), показывает, что система с последовательным соединением элементов, откажет только вследствие отказа всех элементов.

Для иллюстрации на рис. 1 приведена функция распределения ВО системы, рассчитанная при $f(t) = 0,01 \text{ ч}^{-1}$ (сплошная линия). Из рис. 1 следует, что эта функция нелинейна. Нелинейность функции ВО не соответствует неизменности структуры системы и постоянству плотности ВО элементов.

В работе [2] показано, что ВБР является дополнением к ВО, и рекомендовано вместо умножения ВБР использовать сложение ВО элементов. Тогда для системы из пяти последовательно соединенных элементов ВО будет иметь вид

$$Q(t) = 5 \cdot q(t),$$

а с учетом (2)

$$Q(t) = 5 \cdot f(t) \cdot t = f_{\Sigma}(t) \cdot t, \quad (4)$$

Из (4) следует, что ВО системы определяется как суммарная плотность ВО элементов, умноженная на время. В работах [3; 4] авторами предложен подход к расчету безотказности систем, основанный на использовании суммарной плотности потока отказов. На рис. 1 приведена функция ВО, рассчитанная по (4) при $f = 0,01 \text{ ч}^{-1}$ (пунктирная линия). Линейность функции следует из структуры выражения (4). Время до отказа одного элемента, а, следовательно, и системы (при $Q(t) = 1$) определится из (4) как

$$t = \frac{Q(t)}{5 \cdot f(t)} = \frac{1}{f_{\Sigma}(t)}. \quad (5)$$

Такой результат, полученный при использовании теоремы сложения вероятностей, адекватно отражает выход системы из строя вследствие отказа в ней одного элемента.

Рассмотрим расчет безотказности системы из пяти параллельно соединенных одинаковых элементов, имеющих плотность ВО $f=0,01 \text{ ч}^{-1}$. В соответствии с традиционным подходом, ВО такой системы определится в виде

$$Q(t) = (q(t))^5, \quad (6)$$

и при распределении равномерной плотности для элементов вида (2)

$$Q(t) = (f(t))^5 \cdot t^5 \quad (7)$$

График функции распределения для системы (7) приведен на рис. 2 (сплошная линия). В соответствии с (6), (7) и рисунком 2 система откажет при одновременном отказе всех пяти элементов, так как изменение $Q(t)$ происходит плавно. Такая модель не соответствует действительности, так как отказ такой системы является следствием последовательных отказов элементов, сопровождающихся изменением структуры ее работоспособной части.

Для избавления от указанных недостатков, В работах [3; 4] предложены методы расчета систем, в которых используется только теорема сложения плотностей ВО. Функции распределения ВО системы в соответствие с предложенными методами приведены на рис. 1 и 2 (пунктирная линия). В точках излома функции ВО (рис. 2, пунктирная линия), изменяется структура работоспособной части системы.

Предлагаемый в [3; 4] метод позволяет оценивать ВБР и других видов систем.

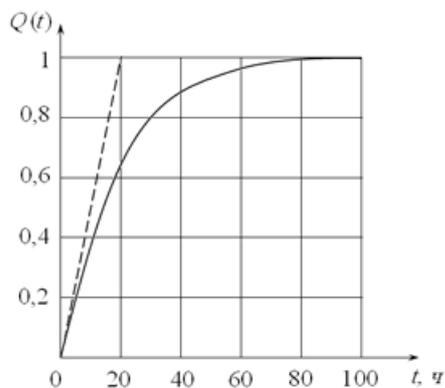


Рис. 1. Функции распределения ВО системы с последовательным соединением элементов.

— расчет с использованием теоремы умножения ВО элементов;
 - - - - - расчет с использованием теоремы сложения ВО элементов

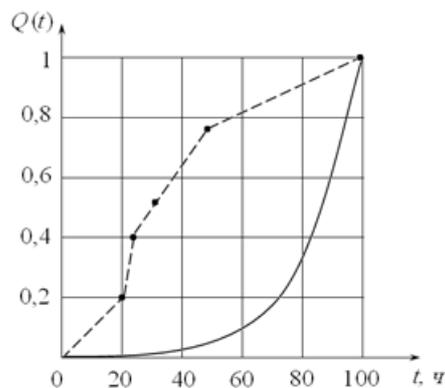


Рис. 2. Функции распределения ВО системы с параллельным соединением элементов.

— расчет с использованием теоремы умножения ВО элементов;
 - - - - - расчет с использованием теоремы сложения ВО элементов

Таким образом, показано, что применение теоремы умножения вероятности не обеспечивает получение результатов даже качественно соответствующих развитию отказов в системах. Для расчета безотказности систем может быть рекомендован метод, основанный на использовании суммарной плотности ВО элементов, составляющих ее работоспособную часть.

Библиографические ссылки

1. Венцель Е. С. Теория вероятностей. М. : Физматлит, 1962. 563 с.
2. Теория вероятностей : учеб. для вузов. 3-е изд., испр. / А. В. Печкин, О. И. Тескин, Г. М. Цветкова и др. / под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 456 с.
3. Бойко О. Г., Фурманова Е. А., Шаймарданов Л. Г. Методологический подход и методы оценки вероятности катастроф вследствие отказов функциональных систем самолетов // Надежность и качество : тр. Междунар. симпозиума : в 2 т. Пенза : ПГУ, 2014. Т. 1. С. 84–87.
4. Бойко О. Г., Фурманова Е. А. Об одном из направлений оптимизации структуры функциональных систем самолетов // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2013» : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Казань, КНИТУ-КАИ. 2013. С. 73–79.

© Фурманова Е. А., 2015

УДК 629.7/621.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Р. И. Шинкоренко
Научный руководитель – О. Г. Бойко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: romi-333@mail.ru

Планируется выполнить численный эксперимент с системой индикации пожара в багажных отсеках самолета Boeing 737, процесс функционирования которой моделируется с помощью метода Монте-Карло.

Ключевые слова: система, моделирование, Монте-Карло.

RESEARCH OF CHANGE OF RELIABILITY OF SYSTEMS BY METHODS OF IMITATING MODELLING

R. I. Shinkorenko
Scientific supervisor – O. G. Bouko

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: romi-333@mail.ru

In this paper it is planned to execute numerical experiment with system of indication of the fire in luggage compartments of the Boeing 737 plane which process of functioning is modelled by means of the Monte-Carlo method.

Keywords: system, modeling, Monte-Carlo.

Исследование надежности авиационных функциональных систем экспериментальным путем невозможно вследствие отсутствия статистики их отказов, а также длительности и дороговизны такого эксперимента. Авиационные функциональные системы выполняются из высоконадежных элементов с применением резервирования и постоянным восстановлением в ходе эксплуатации. Однако исследование процесса изменения безотказности систем является полезным для оценки адекватности методов традиционной теории надежности и выработки упреждающих мер.

Целью данной работы является исследование процесса изменения безотказности авиационных функциональных систем путем выполнения численного эксперимента методом Монте-Карло.

Для этого в работе поставлена задача, смоделировать процесс функционирования (отказ-восстановление) системы пожаротушения самолета Boeing-737 методом Монте-Карло.

Метод Монте-Карло предусматривает наличие известной функции распределения для элементов системы [1; 2]. В работе использовалась статистика наработок элементов системы индикации пожара самолета Boeing-737 авиакомпании «Таймыр». Пример вида функции распределения, построенной по статистике наработок, приведен на рис. 1.

Сам метод Монте-Карло включает три этапа:

- получение случайного числа R ;
- отождествление его с вероятностью $q(t)$;
- определение по функции $q(t)$ времени t до отказа элемента.

Анализ эксплуатационной статистики и нормативных документов ГА, позволяет при постоянстве параметров потока отказов, в качестве закона изменения надежности, для элементов, принять распределение равномерной плотности вида,

$$g(t) = \begin{cases} f * t & 0 \leq t < 2T_{cp} \\ 1 & t \geq 2T_{cp} \end{cases}, \quad (1)$$

где $f(t)$ – плотность распределения вида $f = 0,5 * \omega$; T_{cp} – средняя наработка на отказ элемента.

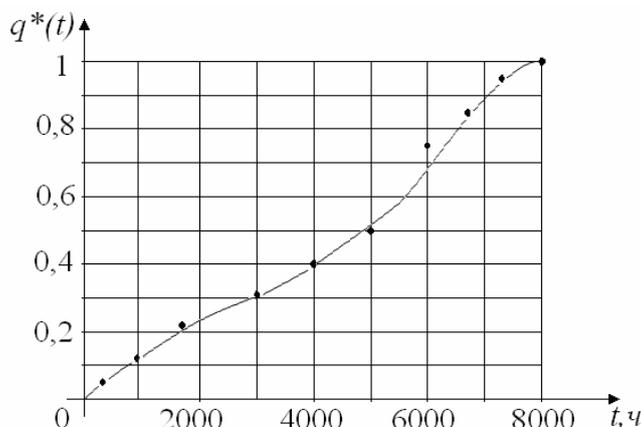


Рис. 1. Вид функции распределения вероятности отказа ламп накаливания [3]

Для получения случайных чисел использовался генератор случайных чисел. Полученные значения случайных чисел отождествлялись с вероятностями отказов элементов, а по вероятностям, через графики функций распределения, находилось время работы элементов до отказа.

Отличие выполняемых исследований от традиционного учета восстановления состояло в следующем. При моделировании процесса учитывалось, что время восстановления элемента системы состоит из двух частей:

$$t = T_{по} + T_{вос.земля}, \quad (2)$$

где $T_{по}$ – время полета самолета с отказавшим элементом до посадки; $T_{вос.земля}$ – время восстановления работоспособности системы на земле.

Поскольку на безопасность полета оказывает влияние только время $T_{по}$, то только оно использовалось при моделировании процесса отказов-восстановлений системы пожаротушения.

Далее выполнялся эксперимент следующим образом. Строился от общего начала времени отсчета график наработок элементов системы, представленной на рис. 2

Полученные через функцию распределения методом Монте-Карло времена отказов элементов откладывались на графике. Поскольку все времена различны, то выполнялось их сравнение для оценки реализации отказа всей системы за время $T_{по}$. Если промежуток между отказами элементов получался больше $T_{по}$, то принималось, что система не отказала, а была восстановлена после посадки. Если время между отказами подсистем получалось меньше $T_{по}$, то фиксировался отказ всей системы.

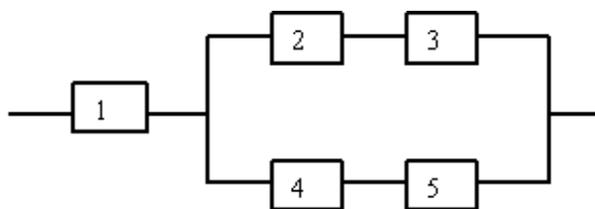


Рис. 2. Схема системы для численного эксперимента (аналог системы пожаротушения самолета Boeing-737):
1, 2, 3, 4, 5 – элементы системы

На первых полученных 400 часах работы системы режим отказов и замен считался не стационарным и в рассмотрении не использовался. Поэтому, после первых 400 часов начиналась фиксация времен отказов системы, что позволило построить функцию распределения для исследуемой системы.

В работе предполагается выполнение численного эксперимента методом Монте-Карло с различными схемами систем самолетов гражданской авиации.

Таким образом:

– использование метода Монте-Карло позволяет получить ряд экспериментальных значений, по которым можно построить функцию распределения отказа для сложной резервированной системы, что невозможно выполнить путем реальных испытаний таких систем.

– в работе планируется выполнить численный эксперимент и для других схем систем.

– использование метода Монте-Карло позволяет также выявлять неочевидные, ранее неизвестные, свойства процессов «отказов–восстановлений» в сложных системах.

Библиографические ссылки

1. Девятков В. В. Практическое применение имитационного моделирования в России и странах СНГ: обзор, анализ перспектив, методика, 2010.
2. Соболев И. М. Метод Монте-Карло. М. : Наука, 1985.
3. Воробьев В. Г., Константинов В. Д. Надежность и эффективность авиационного оборудования. М. : Транспорт, 1995. 245 с.

© Шинкоренко Р. И., 2015

УДК 621.396.933

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПО ПРИРАЩЕНИЯМ
ФАЗОВЫХ СДВИГОВ СИГНАЛОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

А. М. Алешечкин

Научный руководитель – А. В. Кацура

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: aleshechkin.andrej@yandex.ru

Рассматриваются методы определения угловой ориентации объектов с использованием интерферометрических измерений по сигналам спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Поскольку расстояние между антеннами интерферометра с целью повышения точности, как правило, оказывается больше длины волны принимаемых сигналов прямое использование результатов фазовых измерений сопряжено с проблемой разрешения фазовой неоднозначности. В этом случае целесообразно работать по приращениям значений фазовых сдвигов на интервале измерений.

Ключевые слова: ориентация, спутниковые, интерферометрические, фазы, неоднозначности, погрешности, азимут, угол места.

**OBJECTS ATTITUDE DETERMINATION USING PHASE SHIFTS DIFFERENCES
OF SIGNALS, OBTAINED FROM SATELLITE RADIO NAVIGATION SYSTEM SATELLITES**

A. M. Aleshechkin

Scientific supervisor – A. V. Katsura

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: aleshechkin.andrej@yandex.ru

In the present report deals with methods of determining the angular orientation of objects using interferometric measurements on the signals of satellite navigation systems GLONASS and GPS. Since the distance between the antennas of the interferometer with the aim of increasing the accuracy typically is larger than the wavelength of the received signals direct use of the results of phase measurements associated with the problem of phase ambiguity resolution. In this case it is advisable to work on the incremental values of the phase shifts on the measurement interval.

Keywords: attitude, satellite, interferometric, phases, ambiguities, errors, azimuth, elevation.

Определение угловой ориентации объектов является одним из распространенных способов расширения функциональных возможностей аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем (СРНС). При этом для решения указанной задачи, как правило, используют интерферометрические методы измерения направлений, состоящие в том, что осуществляется измерение разности хода сигналов, принятых на 2 или более разнесенные на некоторое расстояние друг от друга антенны.

Разность хода между антеннами можно измерить с высокой точностью на основе использования результатов измерения фазовых сдвигов сигналов, принятых, например с двумя антеннами разнесенными между собой на некоторое расстояние B (см. рисунок).

Полученное значение разности хода ΔR используется для расчета угла между направлением вектора, соединяющего приемные антенны A_0 и A_1 и вектором-направлением на навигационный космический аппарат (НКА), сигнал которого принимается. При этом, поскольку координаты антенны A_0 объекта известны из решения навигационно-временной задачи в аппаратуре потребителей СРНС, а координаты НКА известны из решения задачи разномножения эфемерид НКА, то можно найти значения направляющих косинусов вектора-направления от потребителя на НКА. Неизвестными остаются значения направляющих косинусов вектора-базы, соединяющего антенны A_0 и A_1 .

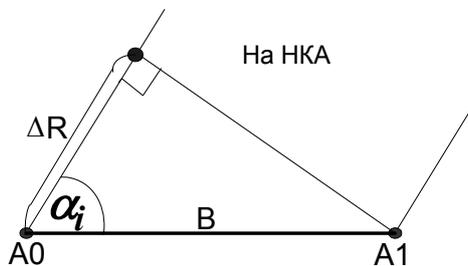


Рис. 1. Определение ориентации объекта интерферометрическим методом

Вычисление направляющих косинусов вектора-базы осуществляется на основе уравнения, полученного исходя из правила вычисления скалярного произведения векторов в декартовой системе координат:

$$\cos \alpha_i = \frac{x_{ci} - x}{R_i} \cos \beta_x + \frac{y_{ci} - y}{R_i} \cos \beta_y + \frac{z_{ci} - z}{R_i} \cos \beta_z, \quad (1)$$

где x, y, z – координаты объекта в геоцентрической системе координат (ГЦСК); x_{ci}, y_{ci}, z_{ci} – координаты i -го спутника в ГЦСК из решения навигационно-временной задачи (НАВЗ); $R_i = \sqrt{(x_{ci} - x)^2 + (y_{ci} - y)^2 + (z_{ci} - z)^2}$ – расстояние между объектом и i -м НКА, вычисляемое по известным координатам спутника и объекта; $\cos \beta_x, \cos \beta_y, \cos \beta_z$ – неизвестные направляющие косинусы вектора-базы, соединяющей пространственно разнесенные антенны объекта.

Введем обозначения:

$$k_{xi} = \frac{x_{ci} - x}{R_i}; \quad k_{yi} = \frac{y_{ci} - y}{R_i}; \quad k_{zi} = \frac{z_{ci} - z}{R_i}. \quad (2)$$

Коэффициенты $k_{xi, yi, zi}$ являются направляющими косинусами направлений от объекта к i -му НКА, $\cos \beta_x, \cos \beta_y, \cos \beta_z$ – направляющие косинусы вектора-базы, представляющие собой координаты вектора единичной длины, по направлению совпадающего с базовой линией, проведенной между антеннами объекта.

С учетом принятых обозначений система уравнений (1) запишется следующим образом:

$$k_{xi} \cdot \cos \beta_x + k_{yi} \cdot \cos \beta_y + k_{zi} \cdot \cos \beta_z = \frac{\lambda_i \cdot \Phi_i}{2\pi B}. \quad (3)$$

Систему (3) можно дополнить нелинейным уравнением связи между направляющими косинусами вектора-базы [1–3], имеющим вид

$$(\cos \beta_x)^2 + (\cos \beta_y)^2 + (\cos \beta_z)^2 = 1. \quad (4)$$

Введем обозначения:

$$\begin{aligned} X &= \cos \beta_x; \quad Y = \cos \beta_y; \quad Z = \cos \beta_z; \\ X^* &= \cos^* \beta_x; \quad Y^* = \cos^* \beta_y; \quad Z^* = \cos^* \beta_z. \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом принятых обозначений система уравнений для случая известного расстояния между антеннами объекта примет вид

$$\begin{cases} k_{xi} \cdot X + k_{yi} \cdot Y + k_{zi} \cdot Z = \frac{\lambda_i \cdot \Phi_i}{2\pi \cdot B}, \\ X^2 + Y^2 + Z^2 = 1, \end{cases} \quad (6)$$

Однако определение ориентации объекта путем прямого решения системы (6) на практике возможно, только если расстояние между антеннами не превышает длины волны принятых сигналов λ_i и отсутствует аппаратурная систематическая погрешность измерений фазовых сдвигов. Лишь в этом случае значения измеренных ФС принятых сигналов ϕ_i равны полным фазовым сдвигам сигналов Φ_i , пропорциональным разности хода сигналов, принимаемых двумя антеннами НАП.

В реальных условиях применения интерферометрической аппаратуры определения угловой ориентации выражение для полных ФМ принятых сигналов будет записано в виде

$$\Phi_i = 2\pi \cdot k_i + \Delta\phi_{ci} + \phi_i, \quad (7)$$

где k_i – число целых циклов неоднозначности 360° в полном ФС сигнала i -го НКА; $\Delta\phi_{ci}$ – не зависящая от времени аппаратурная систематическая погрешность измерения фазового сдвига сигнала i -го НКА; ϕ_i – измеренное значение ФС сигнала i -го НКА, принятого двумя пространственно разнесенными антеннами объекта.

Следует отметить, что при использовании разностей ФС, взятых в разные моменты времени, можно исключить неизвестные значения неоднозначностей k_i и аппаратурной составляющей систематической погрешности измерения ФС, т. е. значение приращения полной фазы на заданном интервале времени измерений $\Delta t = t - t_0$ будет однозначно определено по результатам измеренных значений ФС ϕ_i при условии, что слежение за измеренной фазой будет осуществляться непрерывно.

В этом случае определение угловой ориентации может быть осуществлено по разности уравнений системы (6), взятых в разные моменты времени. В докладе приводятся полученные системы уравнений, а также результаты и погрешности оценок угловой ориентации, полученные путем статистического моделирования с использованием программ, разработанных в среде программирования LabView фирмы National Instruments.

Библиографические ссылки

1. Алешечкин А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем : монография. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. 176 с.
2. Патент 2122217 Российская Федерация, МПК⁶ G01S5/02. Способ угловой ориентации по радионавигационным сигналам космических аппаратов (варианты) / А. М. Алешечкин, Ю. Л. Фатеев, М. К. Чмых ; опубл. 20.11.1998. Бюл. № 32. 15 с.: ил.
3. Патент 2185637 Российская Федерация, МПК⁷ G01S5/00, G01S5/02. Способ угловой ориентации объекта по сигналам спутниковых радионавигационных систем (варианты) / А. М. Алешечкин, В. И. Кокорин, Ю. Л. Фатеев ; опубл. 20.07.2002. Бюл. № 20. 16 с.: ил.

© Алешечкин А. М., 2015

УДК 629.73.07

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГА

В. А. Антипин

Научный руководитель – А. Р. Акзигитов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Рассматриваются некоторые проблемы безопасности полетов и пути их решения.

Ключевые слова: гражданская авиация, безопасность полетов.

PROBLEMS OF SAFETY PRECAUTIONS OF CIVIL AVIATION

V. A. Antipin

Scientific supervisor – A. R. Akzigitov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The article is concerned with some problems of flight safety and their solutions.

Keywords: civil aviation, flight safety.

В настоящее время ГА считается наиболее безопасным транспортом. Однако катастрофы и происшествия – одна из наиболее обсуждаемых тем в СМИ, что провоцирует боязнь к полетом у некоторых людей.

В своей статье я бы хотел выделить самую большую опасность полета и привести пути её решения.

По статистике, большинство авиакатастроф связано с заходом на посадку авиационного средства. Основными причинами таких катастроф являются следующие факторы:

- неисправность и неустойчивая работа навигационного оборудования;
- ошибки пилотов (особенно в сложных метеоусловиях).

Стоит дать ответ на следующий вопрос: «В чём же состоит проблема посадки самолета?».

Пилотирование – это очень сложный процесс, потому что воздух имеет низкую плотность. Да и сам самолет довольно хрупкая конструкция. При заходе на посадку самолет должен очень точно следовать посадочной глиссаде, чтобы он смог попасть в начало взлетной полосы с определённым курсом и скоростью. Недолет – повреждение шасси самолета, а следовательно и катастрофа. Перелет – появляется риск не остановки самолета вовремя, что также приводит к катастрофе. Также приземление может осуществляться в плохих метеоусловиях [1].

Для обеспечения безопасности полетов вблизи земли и захода на посадку были разработаны такие системы как:

1. TAWS (Система предупреждения о приближении к земле).
2. Курсо-глиссадные системы- ILS (метрового диапазона), MLS (сантиметрового диапазона).
3. Радионавигационные системы – VOR/DME (западная) и РСБН (советская).

Системы ILS и MLS являются наиболее продвинутыми и позволяют совершать [2] посадку при отсутствии видимости.

Существует множество проблем применения различных систем — зависимость от действий человека, выход из строя аппаратуры (как наземной, так и бортовой), помехи и т. д.

В 80-е аэронавигационная аппаратура и системы управления были новинкой, сейчас же считаются надёжным и традиционным решением. ГА – довольно консервативная отрасль, где на первом месте стоит надёжность и безопасность. Это, несомненно, правильно, но в последнее время это ско-

рей стало оправданием для сохранения статус-кво на рынке изделий для авиации. Требуется больших затрат пройти сертификацию.

Современное развитие техники и программного обеспечения позволяет создать малогабаритную и легкую аппаратуру, которая может позволить значительно повысить безопасность полетов гражданской авиации.

Для этого нужно обеспечить следующее:

1. точность наведения;
2. помехозащищенность;
3. необходимые массогабаритные показатели;
4. надежность наведения.

Для привода самолета на глиссаду и посадки можно осуществлять навигацию по GPS (приведение в необходимую точку для начала снижения), по системам с наземными излучателями (типа ILS), также в перспективе можно оборудовать полосу аэропорта пассивными радиотраекторами в определенной конфигурации и по отраженному сигналу с борта самолета осуществлять посадку (при этом возможность менять частоту и знание спектральной характеристики посылаемого сигнала обеспечивает очень высокую помехозащищенность данной системы) [3].

Имея на борту собственную РЛС (современные самолеты оснащены ими), мы можем решать также множество сопутствующих задач: если разместить на самолете те же радиотраекторы, можно в автоматическом режиме разводить встречные самолеты (столкновения в воздухе не так уж и редки). Естественно, для решения этих задач на самолете должна быть РЛС с курсовой фазированной антенной решеткой высокого разрешения.

Также довольно много катастроф произошло из-за ошибок пилотов. Применение биометрических устройств для контроля состояния экипажа может быть одним из выходов. В состоянии усталости, растерянности, паники, значительно замедляется реакция, идет ухудшение координации и т. п. Перехват управления, в таком случае, может быть хорошим выходом.

Применяя инфракрасные камеры, разместив на полосе нагревательные элементы и передавая изображение на монитор в кабине пилота можно улучшить точность посадки.

Используя радиотраекторы на полосе, волны миллиметрового диапазона, адаптивные передатчики на борту можно построить систему, позволяющую осуществить посадку в любых метеорологических условиях в любое время суток.

Разработка программного обеспечения для таких систем – одна из самых тяжелых задач. Если железом все более-менее хорошо и наработано, то модульность программного обеспечения может быть как достоинством, так и недостатком. В этой области много вопросов, но убедительных ответов мало. И это еще одна из причин, по которым создание гибкой и безопасной системы управления полетом откладывается.

Библиографические ссылки

1. Артюхович М. В., Феоктистова О. Г. Роль инженерно-технического персонала в обеспечении безопасности полетов // Научный вестник МГТУГА. 2014. № 204(6).
2. Спиченко И. В. Сравнительный анализ отечественных и иностранных эксплуатационных показателей надежности для воздушных судов // Научный вестник МГТУГА. 2014. № 209(11).
3. Гаранина О. Д., Наумова Т. В. Экологическая безопасность: некоторые аспекты концептуализации понятия // Научный вестник МГТУГА. 2014. № 209(11).

© Антипин В. А., 2015

УДК 007.51

СИСТЕМА «ЧЕЛОВЕК – МАШИНА»

О. В. Болотова

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Vip-olushka@mail.ru

Безопасность полетов в наше время является одной из актуальных тем. Благодаря взаимодействию человека и машины, достигнуты не малые высоты по обеспечению безопасности, как во время полета, так и до вылета воздушного судна из аэропорта.

Ключевые слова: система «человек – машина», авиационная безопасность, воздушное судно, инженерная психология.

SYSTEM “MAN – MACHINE”

O. V. Bolotova

Scientific supervisor – N. V. Yurkovets

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Vip-olushka@mail.ru

Safety in our time is one of the topics. Due to the interaction between man and machine, achieved no small height safety, both during flight and prior to departure of the aircraft from the airport.

Keywords: system “man – machine”, aviation security, aircraft, engineering psychology.

Если, по вашему мнению, безопасность слишком дорого обходится, значит, вы не знаете, что такое авиационное происшествие.

Руководство по предотвращению авиационных происшествий, документ ИКАО DOC 9482-AN/923

Система «человек – машина» (СЧМ) – система, включающая человека-оператора и машины, посредством которой осуществляется трудовая деятельность. Машиной в СЧМ называется совокупность технических средств, используемых человеком-оператором в процессе деятельности. [1,2]

СЧМ является объектом инженерной психологии, а одной из главных задач инженерной психологии: рациональное распределение функций между человеком и техническим средством. Так во время работы СЧМ человеку следует поручать такие функции как:

- распознаванию ситуации по её многим сложно связанным характеристикам, а также при неполной информации о ней;
- обобщение отдельных фактов в единую систему;
- решению задач, в которых отсутствует единый алгоритм;
- решение творческих задач.

А на машину:

- выполнение всех видов математических расчётов;
- выполнение однообразных, постоянно повторяющихся операций, реализуемых по заданному алгоритму;
- хранение и представление больших объёмов однородной информации;
- выполнение действий, требующих высокой скорости реакции на команду [2].

Мы рассмотрим СЧМ на примере самолета и авиатехников, готовящих самолет к вылету. Перед вылетом воздушного судна в рейс на земле очень много работы, и каждый работник, выполняя свою работу должен быть уверен на сто процентов, что выполнил её верно, так как от этого зависят жизни многих людей.

Десятки специалистов, служб, агрегатов и механизмов всего за считанные минуты успевают заправить лайнер топливом и водой, почистить салон, погрузить багаж и еду и проверить техническое состояние.

Первым делом снимаются всевозможные ремувки и фиксаторы, защищающие антенны и датчики самолёта на стоянке.

Снимаются чехлы и заглушки с двигателей. Авиационный инженер первым поднимается по трапу, открывает самолет и приступает к подготовке борта к прибытию экипажа.

Бортмеханик принимает самолет от авиатехника, проверяет записи о заправке топливом и маслом. Принимает доклад от бортпроводника о наличии аварийно-спасательного оборудования. Проверяет в кабине:

- включение стояночного тормоза,
- включение АЗС,
- фактическое наличие топлива,
- исправность оборудования и систем.

Закрывает дверь кабины экипажа на ключ и осматривает салон, багажные помещения, входные двери, багажные и аварийные люки. И только после этого производит внешний осмотр самолета. Расписывается в бортжурнале о приемке самолета и докладывает Командиру ВС, о завершении предполетного осмотра. Перед вылетом командир воздушного судна так же проводит визуальный осмотр судна [3].

Жизнь показывает, что недоучет характеристик человека при конструировании систем управления ведет или к тому, что система оказывается не в состоянии работать, или к частым нарушениям ее работы, которые иногда заканчиваются авариями, или к преждевременному утомлению оператора (а это снижает надежность всей системы). Так, по данным американских авторов, значительное число аварий в авиации объясняется так называемым «человеческим фактором» [1].

Так 1996 году произошло крушение самолета из-за того, что были заклеенные изоляционной лентой трубки Пито со стороны командира. Её наклеили при выполнении мойки самолёта, а после завершения работ забыли снять. Лента была серебристой, как и окраска самолёта в том месте, поэтому при осмотре ночью с помощью обычного фонарика её не заметили [4].

Взаимодействие человека с машиной на этапе подготовки самолета к вылету играет очень важную роль, для каждого члена экипажа и пассажиров этого воздушного судна. У каждого члена экипажа своя область деятельности, которую он должен выполнять строго по инструкции. Ведь с развитием техники каждый датчик и устройства воздушного судна несет опасность, если его не правильно подготовить к полету. Соблюдение всех правил и порядка выполнения действий и обеспечивает безопасность полета.

Для обеспечения более безопасной работы СЧМ в авиации мы рекомендуем внести некоторые изменения в данную систему:

- например, в ночное время улучшить освещение, на аэродроме;
- не допускать к технике лиц, не подготовленных в соответствии с требованиями;
- своевременная замена или ремонт износившихся агрегатов и техники;
- запретить авиакомпаниям самовольно менять время по замене и правилам эксплуатации самолетного оборудования.

Библиографические ссылки

1. Котик М. А., Емельянов А. М. Природа ошибок человека-оператора. М. : Транспорт, 1993. 252 с.
2. Смирнов Б. А. Инженерная психология. Киев : Вища шк., 1979. 192 с.
3. Артемов А. Предполетная подготовка на самолете [Электронный ресурс] // Avsim.su. URL. http://www.avsim.su/wiki/Предполетная_подготовка_на_самолете (дата обращения: 08.05.2004).
4. In reply refer to: A-96-141 (November 15, 1996).

УДК 351.814.2; 656.7.08

ОБНОВЛЕНИЕ И ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСОВ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Д. С. Герасимова, М. Г. Савина, В. Н. Гейман
Научный руководитель – М. В. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Wolhidka@mail.ru

Приводится методика расчета и результаты обработки вероятностных характеристик на основе данных за три года эксплуатации парка воздушных судов (ВС).

Ключевые слова: расчет вероятностных характеристик ВС.

UPGRADING AND EXTENSION OF AVIATION EQUIPMENT RESOURCES

D. S. Gerasimova, M. G. Savina, V. N. Geyman
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Wolhidka@mail.ru

The report provides a calculation method and results of the probability characteristics of processing based on the data for the three years of operation of the aircraft fleet.

Keywords: calculation of probability characteristics of the aircraft.

В процессе эксплуатации необходимо постоянно оценивать фактический уровень надежности изделий авиационного и радиоэлектронного оборудования (АиРЭО) ВС. Под уровнем надежности изделий понимается фактическое численное значение какой-либо характеристики надежности, полученное для рассматриваемого интервала наработки этого агрегата.

Для оценки уровня надежности конкретного образца изделия были собраны и обработаны соответствующие данные по изделиям. Главным условием для обеспечения возможности контроля фактического уровня надежности изделий АиРЭО является организация и осуществление правильного сбора и обработки статистики их отказов [1–3].

Выявление нарушений правил и норм хранения производится путем анализа и сопоставления документации на выполнение требуемых работ, включающих карты-наряды, записи в журналах выполнения работ, графики проверки средств контроля (СК), документы ОТК с записями в паспортах изделий и формулярах воздушных судов.

Нарушениями правил и норм хранения являются следующие:

- отступление от сроков выполнения работ переконсервации, которые предусмотрены в паспортах изделий;
- изменение содержания выполнявшихся работ переконсервации, предусмотренных в паспортах изделий;
- отступление от сроков выполнения работ технического обслуживания, предусмотренных в паспортах изделий;
- изменение содержания выполнявшихся работ технического обслуживания (ТО), предусмотренных в паспортах изделий на период их хранения;
- применение не табельных СК и инструмента при выполнении работ переконсервации и ТО при хранении.

Результаты проверки изделий, по которым выявлены нарушения правил и норм хранения, сводятся в таблицу по форме, прилагаемой к протоколу. Эти изделия исключаются из предварительного

перечня. Протокол подписывается должностными лицами, указанными в приказе предприятия по проведению подконтрольной эксплуатации.

Статистическая вероятность безотказной работы, т. е. вероятность отсутствия отказа:

$$p^*(t) = \frac{N(t)m(t)}{N(t) + m(t) + n(t)}, \quad (1)$$

где $n(t)$ – число отказов (включая и повторные) изделий за наработку t ; $m(t)$ – число изделий, замененных по выработке ресурса; $N(t)$ – число одновременно функционирующих изделий (т. е. процессов функционирования) в момент t .

Эта зависимость может использоваться для оценки общей надежности парка изделий вне зависимости от их наработки, если под t понимать рассматриваемый момент календарного времени.

Параметр потока отказов и средняя наработка на отказ на интервале Δt , примыкающем к наработке t :

$$\omega^*(t, \Delta t) = \frac{\Delta n(t, \Delta t)}{\Delta t_{H\Sigma}(t, \Delta t)}, \quad (2)$$

$$T_C^*(t, \Delta t) = \frac{1}{\omega^*(t, \Delta t)}, \quad (3)$$

где $\Delta t_{H\Sigma}(t, \Delta t)$ – суммарная наработка всех учитываемых изделий на интервале Δt , примыкающем к t .

Усредненный параметр потока отказов на всем текущем интервале времени эксплуатации $0 \leq \tau \leq t$:

$$\omega_{yc}^*(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{N(\tau)} n_i(\tau)}{\sum_{i=1}^{N(\tau)} t_i(\tau)}. \quad (4)$$

Здесь $n_i(\tau)$ – число отказов i -го изделия за весь рассматриваемый период τ ; $t_i(\tau)$ – наработка i -го изделия за период τ ; τ – время наработки лидирующего изделия или длительность календарного времени эксплуатации. Усредненное время наработки на отказ

$$T_{yc}^*(\tau) = \frac{1}{\omega_{yc}^*(\tau)}. \quad (5)$$

В процессе сбора статистики отказов авиационной техники не всегда представляется возможным точно фиксировать моменты их появления, поскольку они происходят в полете. Поэтому на практике надежность таких изделий рассматривается в функции не их реальной наработки, а налет самолета. Получающееся при этом некоторое значение надежности оказывается незначительным.

Общий налет РЭО составил 88 270 ч. Все агрегаты имеют различные наработки в пределах назначенного ресурса $T_p = 5000$ ч. Рассмотрено 17 изделий, которые нуждаются в продлении ресурса. В результате обработки данных по (1)–(5) было получено:

- число изделий m_i , замененных по ресурсу в каждом квартале, и сумма $\sum m_i$;
- статистические вероятность отказа $q^*(t_{НЛ})$ и вероятность безотказной работы $p^*(t_{НЛ})$;
- среднее время налета РЭО на отказ $T_C^*(t, \Delta t)$ на интервале наработки Δt_i в каждом квартале;
- параметр потока отказов на интервале $\omega^*(t, \Delta t)$;
- усредненная наработка на отказ $T_{yc}^*(t_{НЛ\Sigma})$.

Результаты обработки информации приведены в виде гистограмм (рис. 1–3) [4].

Приведенные гистограммы указанных характеристик показали, что в данном случае имеет место практически установившийся процесс. Средние значения составляют:

$$\omega^* = 2,09 \cdot 10^{-3} / \text{ч}; \quad T_C^* = 933,67 \text{ ч}; \quad \omega_{yc}^* = 2,37 \cdot 10^{-3} / \text{ч}; \quad T_{yc}^* = 454,27 \text{ ч}.$$

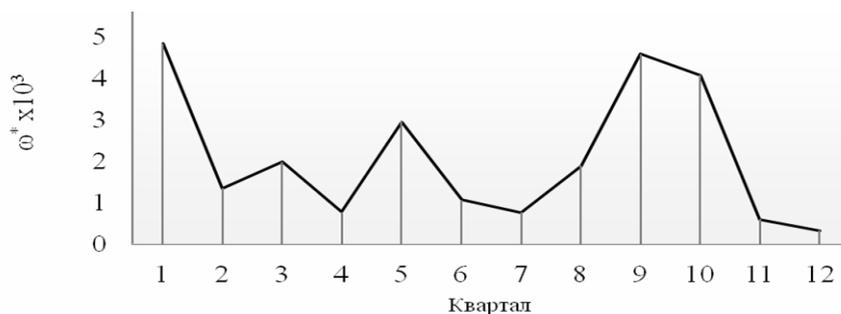


Рис. 1. Параметр потока отказов

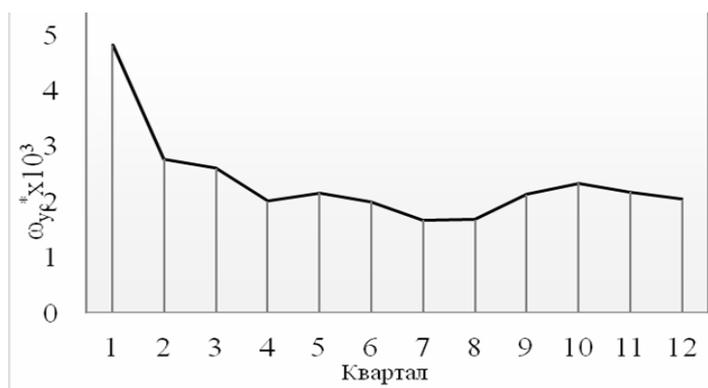


Рис. 2. Усредненный параметр потока отказов на всем текущем интервале времени эксплуатации $0 \leq \tau \leq t$:

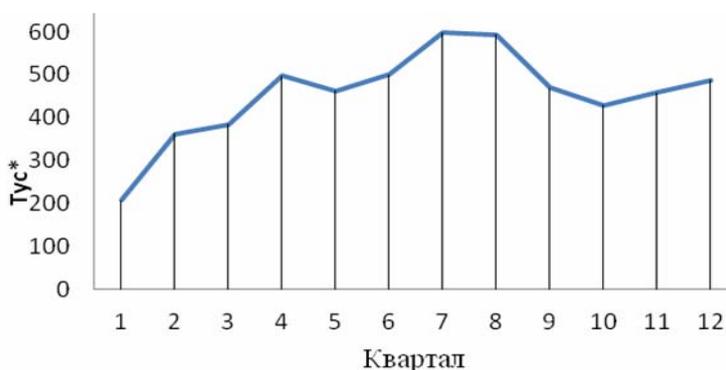


Рис. 3. Усредненное время наработки на отказ

Приведенная методика расчета вероятностных характеристик позволит в каждом конкретном случае принять обоснованное решение о продлении срока годности и возможности продления срока хранения и дальнейшей эксплуатации комплектующих изделий.

Библиографические ссылки

1. Авиационные правила. Ч. 21. Процедуры сертификации авиационной техники.
2. Барзилович Е. Ю., Воскобоев В. Ф. Эксплуатация авиационных систем по состоянию. М. : Транспорт, 1981.
3. Воробьев В. Г., Константинов В. Д. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования : учебник. М. : МГТУ ГА, 2010.
4. Савина М. Г. Продление ресурсных показателей изделий АиРЭО с превышенными сроками хранения, предназначенных для использования при подконтрольной эксплуатации на самолетах Ан-24, Ан-26 и Ан-32 в ГП КК «КрасАвиа» : дипломный проект. 2015.

УДК 656,7;658.012.011.56;656.7;004

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВС НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Д. С. Герасимова
Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Wolhidka@mail.ru

Рассматриваются вопросы оптимизация оперативного технического контроля состояния ВС на основе теории массового обслуживания. Приведены результаты оценки вероятности отказа обслуживания и среднее время простоя.

Ключевые слова: теория массового обслуживания, оптимизация технического контроля.

THE OPTIMIZATION OPERATIONAL TECHNICAL CHECK STATES AIRCRAFT OF TECHNICAL CONTROL BASED ON QUEUING THEORY.

D. S. Gerasimova
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Wolhidka@mail.ru

The report deals with the optimization operational technical check states aircraft of technical control based on queuing theory. Have results of evaluation of the probability of failure of service and the average downtime.

Keywords: queuing theory, optimizationof technical control.

В настоящее время ГА России интенсивно переоснащает свой парк зарубежными ВС, одновременно используя отечественную технику. В среднем треть Российского парка приходится на старые машины, в частности Ан 24 и Ан 26 [1; 2]. На одном предприятии обеспечить ТОиР разной техники сложно [3], поэтому крайне важно рационально распределить имеющиеся ресурсы для оптимальной работы предприятия, исключая простои АТ и очереди на обслуживание. Оптимальное распределение человеческих ресурсов и очередей можно выполнить на основе теории массового обслуживания ТМО [2].

Рассмотрим установившийся режим обслуживания. Для этого режима вероятность ровно k отказов можно получить из формулы

$$P_k = \frac{n!}{r^{k-r} r!(n-k)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k P_0, \quad (1)$$

где n – число работающих ВС; r – число каналов обслуживания; k – количество отказов; λ – интенсивность отказов, интенсивность обслуживания.

Вероятность отсутствия отказов P_0

$$P_0 = \frac{1}{1 + A_1 + A_2 + \dots + A_n}, \quad (2)$$

в которой параметры A_k определяются по выражению

$$A_k = \frac{n!}{r^{k-r} r!(n-k)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k, \quad (3)$$

соответствующего условию $r \leq k < n$.

В простейшем случае, для одного канала обслуживания после подстановки ($r = 1$) в (18) получим

$$P_k = \frac{n!}{(n-k)!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^k P_0$$

Рассмотрим аэропорт, в котором необходимо всем воздушным судам АН-24 пройти оперативное техническое обслуживание (ТО). К ангару, рассчитанному на 1 ВС, на проведение данного ТО подруливает в среднем 3 самолета в сутки. Процесс обслуживания одного ВС занимает 2,4 часа. Рядом с ангаром расположена площадка для ожидающих своей очереди ВС, вмещающая 2 ВС.

Интенсивность потока заявок $\lambda = 3$ в сутки

Время обслуживания 2,4 часа

1. Переводим интенсивность потока заявок в часы: $\lambda = 3/24 = 0.125$.

2. Получим интенсивность потока обслуживания $\mu = 1/t_{\text{обсл}} = 0,47 \frac{1}{\text{ч}}$.

3. Интенсивность нагрузки $\rho = \lambda \cdot t_{\text{обс}} = 0,3$.

4. Интенсивность нагрузки $\rho = 0,3$ показывает степень согласованности входного и выходного потоков заявок канала обслуживания и определяет устойчивость системы массового обслуживания.

5. Вероятность, что канал свободен (доля времени простоя канала) $p_0 = \frac{\mu}{(\lambda + \mu)}$, или $p_0 = 0,769$.

Следовательно, 77 % в течение часа канал будет не занят, время простоя равно $t_{\text{пр}} = 46,2$ мин.

6. Доля заявок, получивших отказ (вероятность отказа) $p_{\text{отк}} = 1 - p_0 = 1 - 0,769 = 0,23$.

Значит, 23 % из числа поступивших заявок не принимаются к обслуживанию.

7. Относительная пропускная способность Доля обслуживаемых заявок, поступающих в единицу времени:

$$Q = p_0 = 0.769.$$

8. Абсолютная пропускная способность (Интенсивность выходящего потока обслуженных заявок) $A = Q \cdot \lambda = 0.0962$ заявок/час.

9. Среднее время простоя СМО.

$$t_{\text{пр}} = p_{\text{отк}} \cdot t_{\text{обс}} = 0,554 \text{ час.}$$

10. Среднее число обслуживаемых заявок.

$$L_{\text{обс}} = \rho \cdot Q = 0,231 \text{ ед.}$$

11. Число заявок, получивших отказ в течение часа: $\lambda \cdot p_1 = 0,029$ заявок в час.

12. Номинальная производительность СМО составляет 0,417 заявок в час.

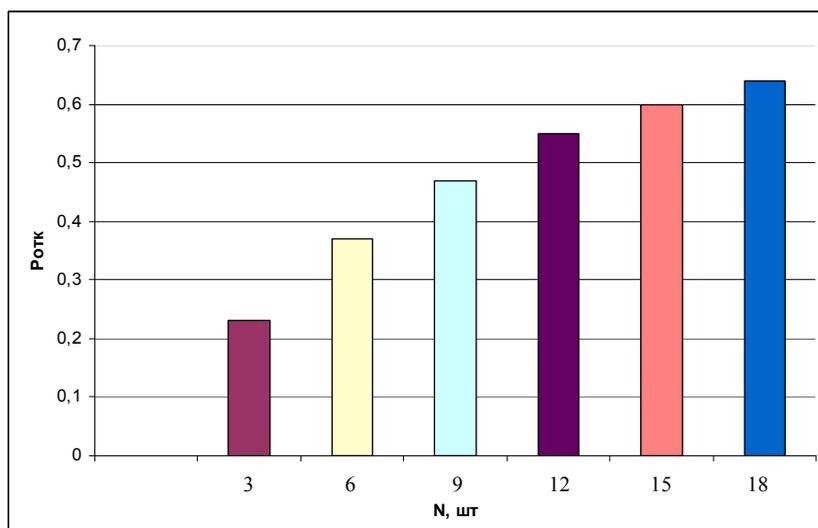
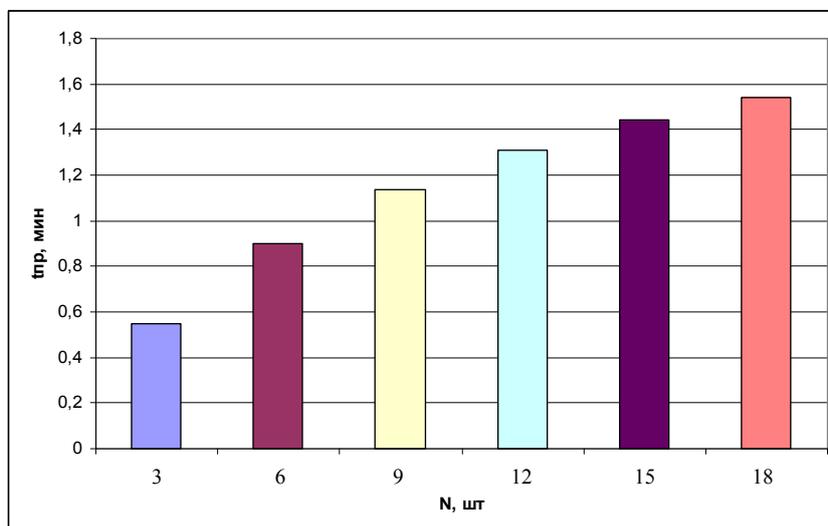
13. Фактическая производительность СМО – 23 % от номинальной производительности.

Вывод: При данных параметрах производство несет большие убытки, так как время простоее очень велико.

Теперь мы рассчитаем те же показатели, но с другой интенсивностью потока заявок λ . По полученным данным составим таблицу и гистограмму.

Показатели интенсивности потока заявок

λ	ρ	p_0	$p_{\text{отк}}$	A , заявок/ ч	$t_{\text{пр}}$, ч	$L_{\text{обс}}$, ед	Число заявок, получивших отказ в течение часа, заявок/ ч	Фактическая производи- тельность СМО, %
3	0,3	0,77	0,23	0,096	0,55	0,231	0,029	23
6	0,6	0,625	0,37	0,156	0,9	0,375	0,093	37
9	0,9	0,527	0,47	0,197	1,136	0,474	0,176	47
12	1,2	0,455	0,55	0,227	1,309	0,546	0,275	55
15	1,5	0,4	0,6	0,25	1,44	0,6	0,375	60
18	1,8	0,357	0,64	0,268	1,542	0,643	0,48	64

Рис. 1. Вероятность отказа обслуживания ВС $p_{отк}$ Рис. 2. Среднее время простоя $t_{пр}$

Проведенный на основе ТМО анализ показал возможности выбора работы системы оперативного технического контроля состояния ВС, позволяющей обеспечить вариант обслуживания, оптимизирующий ситуацию как с простоем обслуживающих бригад, так и с очередью на обслуживание. Более детальное исследование требует экономической оценки потерь, связанных с отмеченными ситуациями.

Библиографические ссылки

1. Абрамов Б. А., Акопян К. Э., Шапкин В. С. К вопросу о совершенствовании системы поддержания летной годности в гражданской авиации России // Научный вестник МГТУ ГА. № 187. С. 19–26.
2. Ицкович А. А., Чинючин Ю. М., Смирнов Н. Н., Файнбург И. А. Анализ состояния и тенденций развития центров технического обслуживания и ремонта воздушных судов // Научный вестник МГТУ ГА. № 178. С. 13–21.
3. Павленко К. И. Основы эксплуатации радиоэлектронного оборудования летательных аппаратов. М. : Воениздат, 1987. 168 с.

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Э. В. Горбунов, В. В. Лукасов
Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: eric.gorbunov@bk.ru

Применение композитных материалов положительно сказывается на снижении массы ЛА, что в свою очередь приводит к улучшению аэродинамических характеристик ЛА и увеличивает коэффициент безопасности полетов. Но в настоящее время применение элементов из композитов усложняет задачу их производства и замены. Ремонт ЛА также может быть затруднен из-за сложности производства композитов.

Ключевые слова: композиты, надежность, эксплуатация, вертолет, самолет, компоненты.

THE USE OF COMPOSITES IN THE MANUFACTURE AND OPERATION OF AIRCRAFT

E. V. Gorbunov, V. V. Lucasov
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: eric.gorbunov@bk.ru

The use of composite materials has a positive effect on the aircraft weight reduction, which in its turn provides the improvement of aerodynamic characteristics of the aircraft and increases the factor of safety. But at present the application of composite parts make the task of their production and replacement more complicated. Aircraft repair work may also become more complex because of the problems connected with composite materials production.

Keywords: composites, reliability, operation, helicopter, airplane, components.

Эксплуатация современных воздушных судов должна обеспечивать безопасность, регулярность, экономичность и эффективность. Экономичность подразумевает снижение веса ЛА, которым в свою очередь вызывает необходимость использования более легких материалов при сохранении прочностных характеристик. Одним из направлений в снижении веса ЛА является применение композитных материалов.

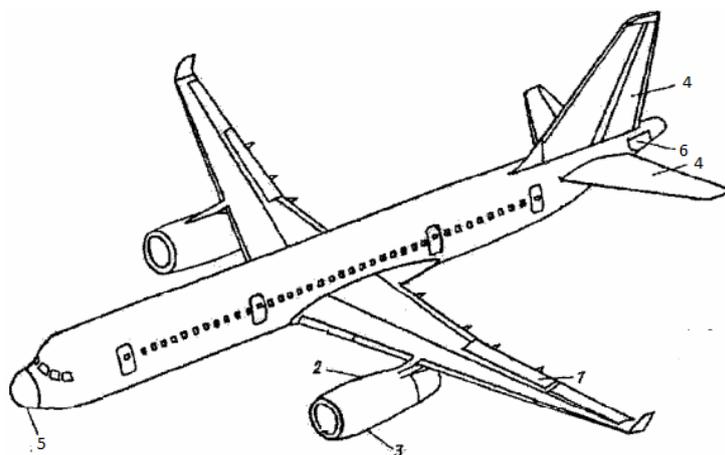
Композиционный материал (КМ) – это материал, полученный путем совмещения различных химически разнородных компонентов и характеризуемый свойствами, которыми не обладает ни один из компонентов в отдельности [2].

Основными преимуществами композитов перед традиционными материалами:

- исключительно высокая удельная прочность и жесткость (в 2–3 раза превосходят металлы);
- высокие показатели сопротивления усталости (предел выносливости на разрыв близок к пределу прочности, стойкость к вибрационным и акустическим нагрузкам);
- уменьшение «конструктивной массы» (неизбежной в большинстве изделий имеющих избыточность);
- технологичность при создании конструкций сложной аэродинамической формы;
- повышение качества материала поверхности и жесткостных характеристик оболочек.

Кроме этого, рассмотрим применение композиционных материалов в конструкции планера самолета Боинг-777:

На сегодняшний день из композитных материалов (см. рисунок) изготавливаются: элементы механизации крыла (интерцептор, закрылок) 1, пилон 2, мотогондола (носовая часть, створка) 3, элементы оперения: киль, стабилизатор 4, обтекатель носовой 5, створки ВСУ 6.



Размещение композитных материалов в корпусе ВС

Среди зарубежных производителей необходимо отметить, что Boeing Commercial Airplanes (входит в The Boeing Company) применяет в больших объемах композитные материалы в отдельных элементах самолетных конструкций, таких как горизонтальное и вертикальное оперение на Boeing 777.

Также используются композитные материалы в самолетах и вертолетах, производимых в России.

На основе синтеза конструктивно компоновочных и технологических решений композиты находят все более широкое применение, при создании ответственных высоконагруженных конструктивных элементов, в вертолетах КБ имени Н. И. Камова. Так, масса конструкций из композитов в многоцелевом вертолете Ка-26 составляла 6 %, корабельным многоцелевым вертолете Ка-27 (Ка-32) – 15 %, многоцелевом вертолете Ка-126 (Ка-226) – 17 %, боевом ударном вертолете Ка-50 – 35 %, многоцелевом вертолете Ка-62 – 55 %.

В КБ имени Н. И. Камова спроектировано уже четыре поколения лопастей несущего винта из композитов. В настоящее время изготавливаются серийно и находятся в эксплуатации лопасти вертолетов Ка-26, Ка-27 (Ка-32), Ка-50.

Применение композитов на вертолетах КБ имени Н. И. Камова обеспечивает: снижение массы на 15–35 %, что способствует увеличению ресурса в 1,5–2 раза, и повышению живучести, снижение трудоемкости и цикла изготовления вертолета.

Так, унифицированные лопасти несущего винта многоцелевых вертолетов Ми-17 и Ми-38 из композиционных материалов с планируемым летным ресурсом 5 000 ч по материальным затратам и трудоемкости изготовления в серийном производстве имеют равные показатели с аналогичными затратами на производство цельнометаллических лопастей с летным ресурсом 2 500 ч.

При производстве вертолетов Ми-38 на Казанском вертолетном заводе предусмотрено значительное увеличение использования композитов в конструкции фюзеляжа, киля, стабилизатора и других элементах конструкции вертолета, по сравнению с вертолетами Ми-8 (Ми-17) [1].

В настоящее время применение элементов из композитов усложняется технологией производства КМ, что создает затруднение замены их, а также ремонта ЛА.

Необходимо отметить, что, несмотря на сложности производства композитов, доля их использования в производстве ЛА будет расти. Это положительно скажется на безопасности полетов, снижении массы, улучшении аэродинамических характеристик ЛА.

Библиографические ссылки

1. Макин Ю. Н. Основы производства ЛА и АД. Конструкции их композиционных материалов.
2. URL: <http://vozrogdenie-group.ru/kompozicionnie-materiali-eto-budushee-chelovechestva.html> (дата обращения: 10.03.2015).

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

ПОГРЕШНОСТИ РАДИОВЫСОТОМЕРА МАЛЫХ ВЫСОТ

А. О. Григорьевская, М. Л. Кайданович
 Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Рассматривается принцип работы и погрешности радиовысотомеров малых высот при различных условиях полетов.

Ключевые слова: радиовысотомер, погрешность, высота.

ERRORS OF THE RADIO ALTIMETER OF SMALL HEIGHTS

A. O. Grigoryevskaya, M. L. Kaydanovich
 Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The report is about principle of work and an errors of radio altimeters of small heights in various conditions of flights.

Keywords: radioaltimeter, error, height.

В состав ПНК, помимо барометрических, входят радиовысотомеры малых высот (РВ МВ), обеспечивающие измерение истинной высоты полета на этапе взлета и посадки.

Радиовысотомеры [1] представляют собой основные датчики информации о высоте ВС в режиме автоматической посадки, выдавая сигнал в систему траекторного управления. По этому сигналу, начиная с высоты примерно 200 м и до 20...15 м, происходит изменение коэффициента передачи по глиссаднему каналу от максимального значения до нуля. РВ МВ позволяют контролировать прохождение заданной высоты полета. В начале выравнивания по команде от РВ вертикальная скорость ВС уменьшается до 0,45 м/с и снижается далее, обеспечивая режим мягкой посадки. Данные РВ используются в современных автоматических системах предупреждения о приближении земли.

Принцип работы РВ МВ поясняется на структурной схеме (рис. 1).

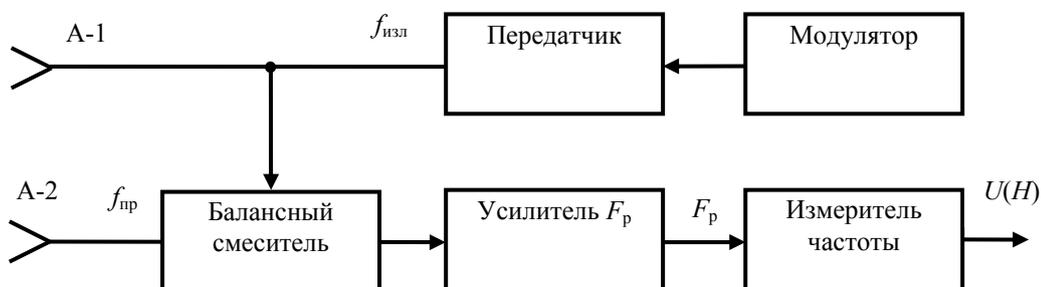


Рис. 1. Упрощенная структурная схема радиовысотомера малых высот

Колебания радиопередатчика с частотой $f_{изл}$ модулируются линейно-изменяющимся напряжением пилообразной, треугольной или иной формы и излучаются передающей антенной А-1. Радиосигналы, отраженные от поверхности Земли с частотой $f_{пр}$, принимаются антенной А-2 и поступают

на вход балансного смесителя [2], на выходе которого выделяется напряжение разностной частоты F_p , усиливается и подается на измеритель частоты – частотомер [3]. Измерение частоты может производиться на основе принципа перезаряда конденсатора или электронно-счетным методом [4].

Измерение высоты полета сводится к измерению времени запаздывания сигнала, излучаемого с ВС на частоте $f_{изл}$ и принятого, отраженного земной поверхностью, на частоте $f_{пр}$.

При частотной модуляции генератора по пилообразному, симметричному закону значение разностной частоты связано с высотой ВС следующим выражением

$$F_p = \frac{8f_m \Delta f_d}{c} H = M_F H,$$

где f_m – частота модуляции; Δf_d – девиация частоты, а масштабный коэффициент

$$M_F = \frac{8f_m \Delta f_d}{c},$$

На рис. 2 приведена обобщенная структурная схема РВ.

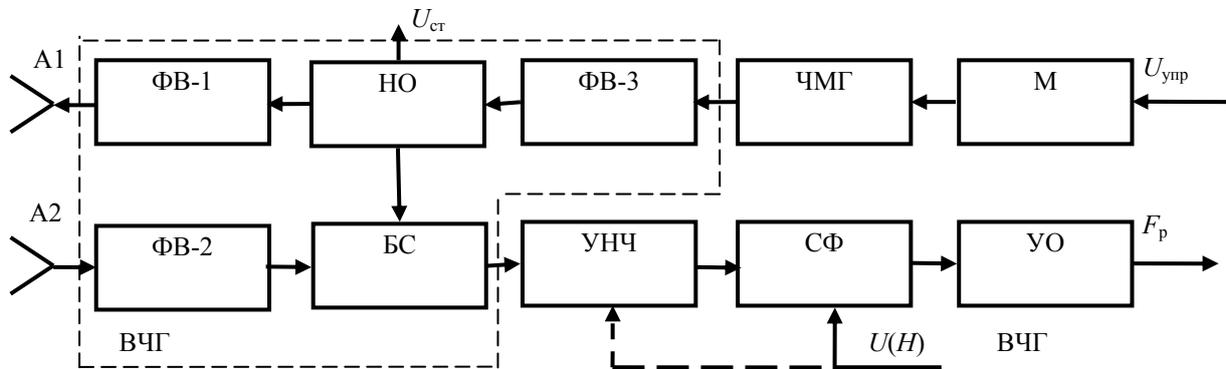


Рис. 2. Обобщенная структурная схема РВ

Передающий тракт РВ содержит модулятор М, который под действием напряжения формирует сигнал, определяющий закон частотной модуляции ЧМГ. Последний вырабатывает генератор, сигнал с которого поступает, на высокочастотную головку ВЧГ. Ферритовые вентили ФВ-1...ФВ-3 служат для развязки радиочастотных элементов и выполняются на ферритовых элементах или на полосковых линиях. При использовании ферритовых вентилях потери в прямом направлении не превышают 1 дБ, а затухание в обратном – не менее 17 дБ. Направленный ответвитель НО необходим для получения опорного сигнала балансного смесителя БС, а также сигнала поступающего в устройство стабилизации масштабного коэффициента. Вместо НО часто применяют делители мощности. Приемный тракт РВ начинается с балансного смесителя БС. Смесители этого типа на 20...30 дБ ослабляют паразитную АМ, вызванную прохождением ЧМ сигнала через резонансные цепи, и уменьшают влияние шума передатчика на чувствительность приемника. Для компенсации ослабления отраженного сигнала при увеличении высоты применяют УНЧ, амплитудно-частотная характеристика которых обеспечивает рост усиления на 6 дБ при повышении частоты в 2 раза (6 дБ на октаву). В некоторых РВ для той же цели используют автоматическую регулировку усиления, управляемую напряжением $U(H)$ с выхода измерителя частоты. Система фильтров СФ служит для ограничения полосы пропускания схемы обработки сигнала и повышения точности РВ. Для устранения паразитной амплитудной модуляции и формирования импульсов, поступающих на измеритель частоты, применяют усилители-ограничители УО. Информация от РВ обычно выдается в аналоговом или цифровом виде. Выходные сигналы, кроме данных о высоте полета, содержат обычно информацию об опасной высоте. Эта информация в виде звукового сигнала выдается в СПУ при снижении ЛА до заданной высоты. Установка производится пилотом на измерителе высоты. Предусматривается также выдача разовых сигналов РС о полете ниже заранее установленных высот. Все РВ снабжены встроенными схемами контроля (ВСК), с помощью которых формируются сигналы «Исправность» или «Отказ» и готовность «Гот. Н». В режиме контроля выдается предупредительный сигнал «Контроль» в сопряженные с РВ устройства и системы. В выработке сигналов ВСК обычно участвует и система стабилизации $U_{ст}$ масштабного коэффициента M_F .

В процессе совершенствования практической реализации РВ, применения методов автоматической калибровки и стабилизации, удалось существенно снизить ряд погрешностей. Суммарная погрешность РВ составляет 3...5 %, а ее абсолютное значение на высотах 10...60 м (в зависимости от типа выотомера) – 0,6...0,8 м.

Дополнительные погрешности РВ возникают при полетах в горных условиях, особенно при эволюциях ВС по крену и тангажу, поскольку РВ измеряет наклонную дальность по осевой линии диаграммы направленности антенны относительно поверхности земли. Влияние этих погрешностей особенно сказывается при взлете и посадке вертолетов в горной местности, вблизи оврагов, ущелий и других неровностей местности. При полетах над водной поверхностью изменяется коэффициент обратного рассеяния отраженного сигнала, что приводит к сужению диаграммы направленности антенны и изменению масштабного коэффициента. Эта поправка вносится с помощью переключателя суша/море. При полетах над ледовой поверхностью в Арктике РВ может давать завышенные показания, что связано с прохождением части энергии ВЧ колебаний сквозь толщу льда и отражением их от подледной водной поверхности.

Ограничение максимальной измеряемой высоты связано с влиянием шумовой составляющей сигнала передатчика, поступающего через направленный ответвитель на вход балансного смесителя. Для снижения шумовой составляющей используют узкополосные РВ следящего типа. Максимальное значение измеряемых высот для РВ МВ составляет 1 500 м.

Библиографические ссылки

1. Авиационная радионавигация / под ред. А. А. Сосновского. М. : Транспорт, 1990. 254 с.
2. Мусонов В. М., Чижиков В. А. Радиоэлектроника и схемотехника ; СибГАУ. Красноярск, 2013. 378 с.
3. Мусонов В. М., Чижиков В. А. Электрорадиоизмерения ; СибГАУ. Красноярск, 2005. 244 с.
4. Кушнир Ф. В.. Электрорадиоизмерения. Л. : Энергоатомиздат, 1983. 320 с.

© Григорьевская А. О., Кайданович М. Л., 2015

УДК 629.735.3

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВРЕЖДЕНИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ

А. А. Громова
Научный руководитель – А. В. Кацура

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Выполнение требований норм летной годности ВС возможно лишь при наличии соответствующих методов и средств оценок возможных повреждений. Любое повреждение силовой конструкции, в том числе и коррозионное, требует оценки и определения условий безопасности дальнейшей эксплуатации или необходимости ремонта конструкции.

Ключевые слова: коррозия, долговечность конструкции.

ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF DAMAGES DETERMINING FATIGUE DURABILITY DESIGN ELEMENTS

A. A. Gromova
Scientific supervisor – A. V. Kacura

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Implementation of requires airworthiness of aircraft is possible when methods and means of potential damage assessments are researched. Either damage of load carrying structure including corrosion damage requires assessment and determination of conditions of further exploitation or repair necessity of construction.

Keywords: corrosion, endurance of construction.

Выполнен анализ характеристик коррозионных повреждений, определяющих остаточную усталостную долговечность элементов конструкции. Экспериментальными исследованиями доказано, что наиболее близка к функциональной зависимости и устойчива к изменениям конфигураций связь циклической долговечности по зарождению трещины зоны повреждения язвенной или расслаивающей коррозии с параметром (мерой) повреждения:

$$f = F / t^2, \quad (1)$$

где F – площадь сечения миделя повреждения; t – толщина элемента в зоне повреждения.

Теоретически и экспериментально показана возможность применения единой характеристики сплава с КП для поверхностных и кромочных повреждений. Получены характеристики сплава В95пчТ2 для диапазона циклических максимальных напряжений от нулевого цикла 100...180 МПа. Разработаны методы прогнозирования (оценки с учетом вероятности разрушения): циклической долговечности зоны повреждения, размеров повреждения допускаемых по условию не снижения ресурса элемента конструкции, остаточной циклической долговечности элемента с концентраторами напряжений и КП [1; 4; 5].

Полученные в экспериментах данные позволяют оценивать КП, находящиеся в поле максимальных циклических напряжений 100...180 МПа. Такой уровень напряжений характерен для регулярных зон конструкции планер ЛА. Распространение методов на повреждения в зонах концентраторов напряжений типа вырезов, отверстий требует исследований усталостной долговечности зон коррозии при более высоких уровнях нагрузок и, соответственно, расширения диапазона исследуемых повреждений в сторону малых размеров. Малые размеры повреждений имеют место также в тонких

элементах конструкции планера, например, обшивке гермофюзеляжа носовой секции, где ее толщина составляет порядка одного миллиметра.

Разработанные методы соответствуют случаю предварительной коррозии – возникновение КП предшествует последующему циклическому нагружению металла. Данный случай непосредственно соответствуют случаю обнаружения повреждения при осмотре после длительного простоя ЛА, что типично для неинтенсивно эксплуатируемой техники. С некоторыми допущениями условие предварительной коррозии может применяться для оценок к ряду типовых последовательностей летной эксплуатации и периодичности технического обслуживания. Случай предварительной коррозии соответствует наиболее важной для современной практики ситуации, когда при обнаружении коррозии удаляется весь поврежденный коррозией металл и восстанавливается защитное покрытие. При зачистке удаляется тонкий поверхностный слой металла, контролируется отсутствие микротрещин на поверхности – фактически, усталостная наработка металла в зоне зачистки устраняется. Применение модели КП вместо гладкой выемки на поверхности металла обеспечивает оценку долговечности в запас. Дальнейшее развитие разработанной расчетной модели остаточной долговечности зоны КП возможно за счет более полного учета конфигураций реальных повреждений, учитывая неровности поверхности язв. Такие неровности можно рассматривать как язвы, находящиеся в поле напряжений первичной язвы. Эта задача, как и первая, вызывает необходимость исследований сопротивления усталости зон повреждений, имеющих размеры, сравнимые с размерами элементарных нерегулярностей корродированной поверхности, получения характеристик циклической долговечности зон КП при соответствующем повышении уровня нагрузки и анализа НДС повреждений соответствующих конфигураций [2; 3; 6].

Библиографические ссылки

1. Артамоновский В. П. Об использовании метода максимального правдоподобия для оценки параметров распределения времени безотказной работы авиационных деталей // Оценка долговечности и межремонтных сроков службы авиац. конструкций. Рига, 1967. Вып. 107. С. 5–17.
2. Барзилович Е. Ю., Савенков М. В. Статистические методы оценки состояния авиационной техники. М. : Транспорт, 1987. 240 с.
3. Кацура А. В., Коваленко Г. Д., Никушкин Н. В. Метод оценки напряженного состояния упругодеформируемых объектов // Вестник СибГАУ. 2007. Вып. 4. С. 86–90.
4. Кацура А. В. Основы эксплуатации планера без межремонтного ресурса // Вестник СибГАУ. 2006. С. 45–46.
5. Пивоваров В. А., Машонин О. Ф. Дефектоскопия гражданской авиационной техники. М. : Транспорт, 1997. 136 с.
6. Погосян М. А., Братухин А. Г., Савельевских Е. П., Тарасов Ю. И. Проектирование авиационных комплексов с применением информационных технологий // Авиационная промышленность. 2004. № 2. С. 14–24.

© Громова А. А., 2015

УДК 629.735.3

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А. А. Громова
Научный руководитель – А. В. Кацура

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Вопрос прогнозирования (установления) истинного ресурса конструкции планера летательного аппарата (ЛА) по критериям безопасной и эффективной эксплуатации календарного срока службы занимает одно из главных мест в работах по созданию новой авиационной техники [1].

Ключевые слова: коррозия, долговечность конструкции.

INCREASED DURABILITY OF STRUCTURAL ELEMENTS DURING THE DESIGN AND MANUFACTURE OF AIRCRAFT

A. A. Gromova
Scientific supervisor – A. V. Kacura

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Question Forecasting (establishing) a true resource airframe of the aircraft according to the criteria of safe and efficient operation of the calendar life is one of the main places in the creation of new aircraft [1].

Keywords: corrosion, endurance of construction.

Наиболее эффективные результаты в обеспечении ресурсных характеристик авиационной техники достигаются на стадиях проектирования, технологической проработки и производства летательных аппаратов.

Совершенство проектно-конструкторских и производственно-технологических решений, качество новых материалов и полуфабрикатов, эффективность применения высокоресурсного, безударного и герметичного крепежа, новых схем герметизации, упрочняющих технологий и способов стопорения зарождения и развития трещин усталости наиболее достоверно могут быть подтверждены моделированием работы образцов конструкционных материалов, типовых образцов при характерных видах деформаций под действием статических и циклических механических нагрузок и комплексными испытаниями элементов конструкций в условиях воздействия факторов внешней среды, моделированием реологических эффектов, эксплуатационных повреждений, технологических воздействий.

Естественным критерием для авиационных конструкций с коррозионными повреждениями является ресурсная характеристика – остаточная усталостная или коррозионно-усталостная долговечность, предопределяемая местоположением, видом и размерами повреждения. В основном оценка долговечности натурных конструкций или элементов конструкций с коррозионными дефектами производится при стендовых или лабораторных испытаниях. При видимой значительности проведенной работы эффект невелик, так как частными случаями нельзя закрыть все многообразие вероятных ситуаций. Общий подход может состоять в определении остаточной долговечности конкретного фрагмента конструкции с дефектом по справочным данным материала с учетом определяющих долговечность параметров. Необходимо также четко обозначить, что именно при анализе коррозионного повреждения подлежит контролю и измерению [2].

Принимая во внимание известные явления усталости металлов, можно предсказать, что на финальных стадиях в сравнении с началом эксплуатации могут быть допустимы более существенные

по эффекту снижения усталостной долговечности дефекты конструкции (требование остаточной прочности должно выполняться по определяемой в нормах летной годности располагаемой наработке конструкции). Иначе говоря, решение задачи должно подчиняться очевидному для усталостной прочности положению: «больше дефект – меньше усталостная долговечность» – в этом смысле для подобных по конфигурации дефектов любой параметр, например геометрический размер (глубина дефекта) или масса удаленного коррозией металла, должен коррелировать с усталостной долговечностью. Предшествующие исследования показали, что сопротивление усталости имеет обратную зависимость от величин и глубины, и диаметра язвы. Следовательно, критериальный параметр язвы должен включать в себя эти измерения [3].

Точность прогнозируемых величин долговечности и темпов расходования ресурса планера ЛА в ожидаемых условиях эксплуатации в значительной степени зависит от наличия информации о влиянии эксплуатационно-климатических факторов на техническое (коррозионное) состояние деталей на релаксацию остаточных напряжений различного происхождения, на податливость соединения и т. д.

Полученные данные позволят конструкторам и технологам предвидеть поведение элементов конструкций с различной технологической наследственностью в реальной эксплуатации и повысить полноту и достоверность моделирования условий эксплуатации (минимальный спектр значимых повреждающих факторов) в лабораторных условиях при исследовании остаточного ресурса конструкций ускоренными методами.

Библиографические ссылки

1. Артамоновский В. П., Кордонский Х. Б. Оценка максимального правдоподобия при простейшей группировке данных // Теория вероятностей и ее применение : в 15 т. Т. 1. М. : Наука, 1970. С. 132–136.
2. Белов В. К., Рудзей Г. Ф., Калюта А. А. Повышение усталостной долговечности заклепочных и сварных соединений авиационных конструкций технологическими методами: монография. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006. 179 с.
3. Семихов А. Ф. Обеспечение ресурсами конструкций. Опыт самолетостроения // Машиноведение, 1986. № 5. С. 11–18.

© Громова А. А., 2015

УДК 656.7.022; 656.7.05

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ НАЗЕМНОГО НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

К. А. Леонтьева
Научный руководитель – И. А. Акзигитова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Рассмотрены навигационные задачи при отсутствии наземного авиационного обеспечения.

Ключевые слова: навигация, авиационные перевозки, высокие широты.

DEVELOPMENT OF NAVIGATION MANAGEMENT METHODS UNDER NOLAND NAVIGATION EQUIPMENT

К. А. Leont'yeva
Scientific supervisor – I. A. Akzigitova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

In the report navigation tasks in the absence of ground-air support.

Keywords: navigation, air transport, high latitude.

Гражданская авиация РФ является одной из основных составляющих Единой транспортной системы России и выполняет огромные объемы работ по перевозке людей и грузов в пределах страны и за рубеж. В то же время имеются такие регионы в стране, куда может производить доставку грузов и людей только авиация, где практически отсутствуют железнодорожные и автомобильные коммуникации. Отсюда возникает достаточно сложная задача обеспечения своевременной доставки грузов и людей в заданную точку с обеспечением необходимых требований по безопасности полетов [1].

Таким образом, возникает важная и актуальная научная проблема обеспечения навигации ВС авиации различного назначения в отдаленных и труднодоступных районах России. Обратим внимание, что эта проблема по существу распадается на 2 взаимосвязанных проблемы: проблема проводки воздушного судна по маршруту в отсутствие единого радионавигационного поля, вывода ВС в заданную точку, где отсутствуют специальные навигационные реперные ориентиры и проблема обеспечения посадки ВС в местах, для этой цели не предназначенных.

Целью работы является разработка принципов и методов решения навигационных задач в условиях отсутствия соответствующего наземного навигационного обеспечения путем использования в качестве навигационных средств штатного бортового радиотехнического оборудования.

Поставленная цель достигается решением следующих основных задач [2–4]:

- Разработка общих принципов навигации ВС на основе пространственно-временной селекции сигналов.
- Анализ и обоснование методов управления радиовидимостью наземных навигационных ориентиров на основе общих принципов пространственно-временной селекции сигналов.
- Выбор пространственно-временных характеристик сигнала для получения максимальной точности определения местоположения ВС.

Поскольку в работе решается задача навигации ВС в труднодоступных районах страны, то возможности использования для этого спутниковых систем навигации в настоящее время весьма ограничены и вряд ли будут решены в ближайшем будущем. Это значит, что, в первую очередь, необходимо обеспечить полное использование возможностей современного пилотажно-навигационного

комплекса (ПНК), который обеспечивает достаточно высокую точность определения местоположения ВС в пространстве. Однако, как известно, в процессе движения по маршруту в навигационной информации, получаемой при помощи ПНК, нарастает систематическая ошибка счисления пути, которая может достигать значения 1,8 км за один час полета.

Такая ошибка может привести к возникновению ситуаций, когда появляется предпосылка к конфликтной ситуации, что существенно снижает уровень безопасности полетов, задаваемой требованиями ИКАО. С целью корректировки возникающих ошибок ПНК воздушных судов комплексирована с радионавигационными системами, что позволяет существенно повысить точность в определении местоположения ВС. Однако, радионавигационное сопровождение ВС требует наличия единого радионавигационного поля по всей территории России. В настоящее время единое радионавигационное поле покрывает примерно 80–82 % территории РФ, а отсутствует оно именно в районах за Полярным кругом, на Крайнем Севере, на Дальнем Востоке, в горах Алтайского края, в тайге Красноярского края и т. д. Это хорошо видно из рисунка на пятом слайде, где показано радионавигационное поле, обеспечиваемое системами навигации установленными до 1994 г. и модернизированными в период с 1994г по 2000г. На шестом слайде показано радиолокационное поле, из которого видно, что на определенных территориях РФ, указанных выше, вообще нет никакого радиополя. Задача создания радионавигационного поля на всей территории РФ с использованием наземных средств не ставится по причине огромных экономических затрат на ее решение.

Отсутствие единого радионавигационного поля требует поиска естественных наземных реперных образований, которые могли бы играть роль навигационных ориентиров и могли бы обеспечить навигационную привязку ВС к местности [5].

Естественно, соответствующие наземные навигационные ориентиры должны наблюдаться с борта ВС не визуально, что в большинстве случаев невозможно (пожар, туман, облачность и т. д.), а инструментально, например радиотехническими методами.

Соответственно, и первую, и вторую из указанных выше задач необходимо решать непосредственно на борту ВС при условии, что соответствующего навигационного оборудования на борту ВС нет, установка же дополнительного оборудования на борту ВС часто не желательна, а для ряда типов ВС она просто невозможна.

Радионавигационное оборудование использует различные методы навигации по способу определения текущего местоположения ВС и разделяются на три группы: счисление пути, позиционные и обзорно- сравнительные.

Очевидно, что для повышения вероятности правильного обнаружения малоразмерных навигационных ориентиров бортовая станция должна иметь высокую разрешающую способность с тем, чтобы отраженные сигналы, соответствующие фону местности, были меньше сигналов, отраженных от реперных структур. Если же разрешающая способность постоянна, то повышение вероятности обнаружения малоразмерного навигационного ориентира можно достичь путем использования различий в пространственно- временных характеристиках этого ориентира и фона.

Узловой, таким образом, является задача повышения видимости (радиолокационного контраста) навигационного ориентира на подстилающей земной поверхности, чему препятствуют всегда присутствующие сигнал, отраженный от поверхности земли, и собственные шумы радиотехнической аппаратуры, большие поперечные размеры элемента разрешения из-за слабых направленных характеристик имеющихся на борту антенных систем, угловые флуктуации воздушного судна в пространстве, приводящие к возникновению, так называемого, углового шума, и ряд других менее существенных факторов.

Основу решения названной выше узловой задачи составляли находящие в последние годы все более широкое применение, особенно в системах дистанционного зондирования и экологического мониторинга, методы пространственно-временной селекции сигналов, опирающиеся на пространственно-временные характеристики наблюдаемых объектов. Для каждого из рассмотренных методов получены аналитические зависимости, связывающие между собой значения коэффициентов различимости наблюдаемых реперных структур и статистические характеристики, отраженных от них сигналов, а также проведена оценка эффективности подавления мешающих наблюдению помеховых и шумовых сигналов [6].

Таким образом, в работе теоретически обоснована возможность навигации в труднодоступных районах, неохваченных единым навигационным полем, исключительно при помощи имеющегося на борту воздушного судна радиотехнического оборудования, что дает возможность говорить о решении крупной народнохозяйственной задачи.

Библиографические ссылки

1. АИП Российской Федерации [Сайт] // Продукция. URL: <http://www.caiga.ru/products.php> (дата обращения: 25.03.2015).
2. Геонавигатор [Сайт] // База данных. URL: <http://www.geonavigator.net/base> (дата обращения: 25.03.2015).
3. Globalstar [Сайт] // URL: <http://www.globalstar.com>. (дата обращения: 27.03.2015).
4. ФГПУ «ГосНИИАС» [Сайт] // Перспективная авионика гражданской авиации. URL: <http://www.gosniias.ru> (дата обращения: 27.03.2015).
5. Honeywell [Сайт] // URL: <http://honeywell.com/Pages/Home.aspx> (дата обращения: 25.03.2015).
6. Транзас [Сайт] // Авиация. URL: <http://www.transas.ru/#industry> (дата обращения: 27.03.2015).

© Леонтьева К. А., 2015

УДК 629.733

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А. А. Логинов А. А. Хван
Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Использование возможностей пилотируемой авиации не всегда эффективно из-за достаточно длительного времени реагирования (до 6 часов), больших финансовых затрат, жёсткой зависимости от погодных условий и т.д. Наиболее перспективным направлением для решения данной проблемы, на наш взгляд, является применение беспилотных летательных аппаратов (далее БЛА), которыми можно оснастить использующие их стороны для выполнения специальных задач.

Ключевые слова: авиация, беспилотные летательные аппараты, обслуживание.

RELEVANCE OF THE USE OF UNMANNEDAERIALVEHICLES

A. A. Loginov A. A. Hwang
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The utilization of aviation pilot is not always effective because of the relatively long reaction time (up to 6 hours), high financial costs, rigid, depending on weather conditions, etc. The most promising avenue to address this problem, in our opinion, is the use of unmanned aerial vehicles (UAVs below), which can be fitted using their hand to perform specific tasks.

Keywords: aviation, unmanned aerial vehicles, maintenance.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА или БЛА) – в общем случае это летательный аппарат без экипажа на борту.

Понятие летательный аппарат включает в себя большое число типов, у каждого из которых есть свой беспилотный аналог. В прессе, когда речь идет о резком всплеске интереса к беспилотникам, и в данном материале под определение БПЛА попадает более узкое понятие. А именно: летательный аппарат без экипажа на борту, использующий аэродинамический принцип создания подъемной силы с помощью фиксированного или вращающегося крыла (БПЛА самолетного и вертолетного типа), оснащенный двигателем и имеющий полезную нагрузку и продолжительность полета, достаточные для выполнения специальных задач [1].

В чем же преимущества беспилотных летательных аппаратов? *Во-первых*, они в среднем на порядок дешевле пилотируемых самолетов, которые нужно оснащать системами жизнеобеспечения, защиты, кондиционирования... Нужно, наконец, готовить пилотов, а это стоит больших денег. В итоге получается, что отсутствие экипажа на борту существенно снижает затраты на выполнение того или иного задания.

Во-вторых, легкие (по сравнению с пилотируемыми самолетами) беспилотные летательные аппараты потребляют меньше топлива. Представляется, что для них открывается более реальная перспектива и при возможном переходе на криогенное топливо (см.: «Наука и жизнь». 2001. № 3).

В-третьих, в отличие от пилотируемых самолетов, машинам без пилота не нужны аэродромы с бетонным покрытием. Достаточно построить грунтовую взлетно-посадочную полосу длиной всего 600 метров («Беспилотники» взлетают с помощью катапульты, а приземляются «по-самолетному»,

как истребители на авианосцах.) Это очень серьезный аргумент, поскольку из 140 наших аэродромов 70 % нуждаются в реконструкции, а темпы ремонта сегодня – один аэродром в год [2].

Основной критерий выбора типа летательных аппаратов – стоимость. Благодаря стремительному развитию вычислительной техники существенно подешевела «начинка» – бортовые компьютеры «беспилотников». На первых аппаратах использовались тяжелые и громоздкие аналоговые вычислительные машины. С внедрением современной цифровой техники их «мозг» стал не только дешевле, но и умнее, компактнее и легче. Это означает, что аппаратуры на борт можно взять больше, а ведь именно от нее зависят функциональные возможности беспилотных самолетов.

Если же говорить о военном аспекте, то беспилотные летательные аппараты находят применение там, где в разведывательной операции или воздушном бою можно обойтись без пилота. На IX международной конференции по «беспилотникам», прошедшей в 2001 году во Франции, прозвучала мысль о том, что в 2010–2015 годах боевые операции сведутся к войне автоматизированных систем, то есть к противоборству роботов.

Для еще более точного определения тех БПЛА, которые будут рассматриваться ниже, необходимо подробнее остановиться на такой важной характеристике как способ управления БПЛА.

Существует следующие способы:

Ручное управление оператором (или дистанционное пилотирование) с дистанционного пульта управления в пределах оптической наблюдаемости или по видовой информации, поступающей с видеокамеры переднего обзора. При таком управлении оператор прежде всего решает задачу пилотирования: поддержание нужного курса, высоты и т. д.

Автоматическое управление обеспечивает возможность полностью автономного полета БЛА по заданной траектории на заданной высоте с заданной скоростью и со стабилизацией углов ориентации. Автоматическое управление осуществляется с помощью бортовых программных устройств.

Полуавтоматическое управление (или дистанционное управление) – полет осуществляется автоматически без вмешательства человека с помощью автопилота по первоначально заданным параметрам, но при этом оператор может вносить изменения в маршрут в интерактивном режиме. Таким образом, оператор имеет возможность влиять на результат функционирования, не отвлекаясь на задачи пилотирования [3].

Ручное управление может быть одним из режимов для БПЛА, а может быть единственным способом управления. БПЛА, лишенные каких-либо средств автоматического управления полетом – радиоуправляемые авиамodelи – не могут рассматриваться в качестве платформы для выполнения серьезных целевых задач.

Последние два способа в настоящее время являются наиболее востребованными со стороны эксплуатантов беспилотных систем, так как предъявляют наименьшие требования к подготовке персонала и обеспечивают безопасную и эффективную эксплуатацию систем беспилотных летательных аппаратов. Полностью автоматическое управление может быть оптимальным решением для задач аэрофотосъемки заданного участка, когда нужно снимать на большом удалении от места базирования вне контакта с наземной станцией. В то же время, поскольку за полет отвечает лицо, осуществляющее запуск, то возможность влиять на полет с наземной станции может помочь избежать внештатных ситуаций.

Библиографические ссылки

1. Ким А. Г. Необходимость применения и развития беспилотных летательных аппаратов // SCI-ARTICLE. 2013. № 12.
2. Беспилотные самолеты: максимум возможностей [Электронный ресурс] // Наука и жизнь. 2002. № 6. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/4323/> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Зинченко О. Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. М. : Ракурс, 2011.

© Логинов А. А., Хван А. А., 2015

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

СТАНДАРТНЫЙ РАДИОМАЯК ТИПА VOR

С. О. Майнашева

Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Первыми навигационным средствами стали радиомаяки (NDB – Non-directional beacon). Это радиостанция, которая передает во все стороны свой опознавательный сигнал на определенной частоте. Приемник на ВС просто указывает направление на такой радиомаяк. Для определения позиции ВС нужно не менее 2-х радиомаяков. Однако точность NDB со временем стала недостаточной. Тогда инженерами был создан VOR всенаправленный радиомаяк. Работа освещает вопросы, касающиеся основных принципов работы радиомаяка системы VOR. Рассматриваются принцип действия, параметры и структура стандартного радиомаяка VOR.

Ключевые слова: радиомаяк VOR, навигация.

CHANNEL SIGNALS VOR

S. O. Maynasheva

Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The first navigation devices have become the beacons (NDB – Non-directional beacon). This radio station, which transmits in all directions your identification signal at a certain frequency. The receiver on the aircraft simply indicates the direction of such a beacon. To determine the position of the aircraft need not less than 2 beacons. However, the accuracy NDB eventually became insufficient. Then the engineers was established VOR all directional radio beacon. The work covers issues relating to the basic principles of operation of the beacon system VOR. Examines the principles, parameters and structure of the standard VOR.

Keywords: beacon VOR, navigation.

Всенаправленный азимутальный радиомаяк АРМ – вид радионавигационной системы, предназначенной для определения положения воздушного судна [1]. Станция VOR (VHF Omnidirectional Radio Range, всенаправленный радиомаяк УКВ диапазона) передает в эфир позывные и информацию, которая позволяет бортовым радионавигационным системам определить угловое положение воздушного судна относительно станции. Данные с двух станций VOR или сочетание информации VOR с данными DME (Distance Measuring Equipment), всенаправленного дальномерного радиомаяка ДРМ позволяет однозначно определить положение самолета. Система VOR/DME относится к системам ближней навигации СБН.

СБН обслуживают зону, в пределах которой возможен прием сигналов наземных радиомаяков РМ, работающих в диапазоне ультракоротких волн. При высотах полета порядка 10 км диаметр этой зоны (дальность прямой видимости) не превышает 420 км. В основу СБН положено определение азимута и дальности до наземного радиомаяка, радионавигационной точки РНТ. Угломерно-дальномерные СБН по виду информативного параметра сигнала относятся к временным (импульсным) и фазовым РНС.

Система VOR/DME основана на фазовом методе определения азимута и временном методе определения дальности. Система образуется при территориальном совмещении АРМ типа VOR и ДРМ

типа DME, которые могут использоваться самостоятельно, образуя соответственно угломерную или дальномерную СБН. На борту ЛА для определения азимута и дальности служат отдельные устройства. АРМ работает в диапазоне метровых, а ДРМ – дециметровых волн.

Принцип действия стандартного VOR (рис. 1) основан на формировании амплитудно-модулированного АМ сигнала [2]. Антенная система АРМ состоит из 2-х антенн (рис. 1, а). Первая – центральный вибратор ЦВ с круговой диаграммой направленности ДН – излучает сигнал опорной фазы (рис. 1, б), вторая – антенна вращающегося поля АВП с частотой 30 Гц формирует сигнал переменной фазы (рис. 1, в). ДН АВП, имеет форму вращающейся окружности со смещенным центром. Азимут ВС равен фазовому сдвигу между сигналами опорной и переменной фазы.

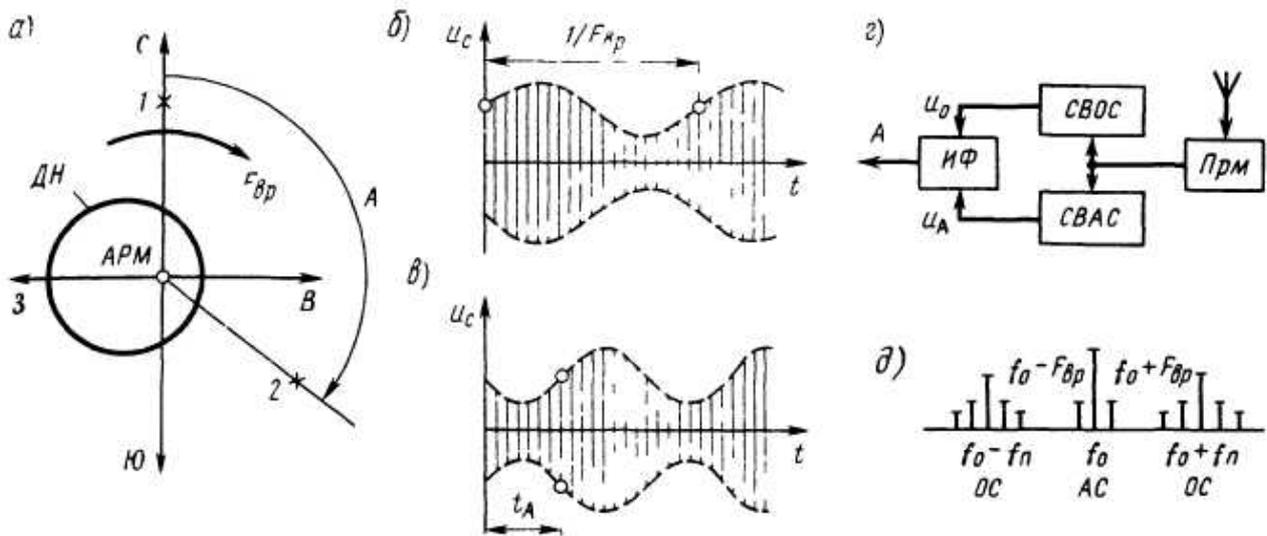


Рис. 1. Канал азимута системы VOR/DME:
 а – ДН антенн АРМ; б и в – огибающие сигналов, принимаемых в точках 1 и 2 (модуляция поднесущей частотой не показана); г – упрощенная структурная схема бортовой аппаратуры; д – спектр принимаемого сигнала

Для определения азимута с помощью схемы выделения опорного сигнала СВОС (рис. 1, г) получают из принятого сигнала опорное напряжение с частотой 30 Гц, а – схемы выделения азимутального сигнала переменной фазы СВАС формируют сигнал переменной фазы. Измеритель разности фаз ИФ формирует электрическое напряжение, пропорциональное азимуту ВС.

Азимутальный радиомаяк VOR состоит из антенной системы, передающего устройства и контрольно-юстировочной аппаратуры. Электронная часть – съемные функциональные модули размещена в аппаратной кабине под антенной системой АРМ. Предусмотрены дистанционное управление и контроль АРМ. Основные параметры радиомаяков VOR удовлетворяют нормам ICAO.

Антенная система АРМ состоит из ненаправленной антенны ННА и антенны вращающегося поля АВП (рис. 2). Антенны выполнены методом печатного монтажа и представляют собой единую конструкцию из двух скрещенных диполей (АВП) и четырех сегментов (ННА), расположенных между диполями. Сегментная ННА имеет ДН, отклоняющуюся от идеальной окружности не более чем на 0,25 дБ и запитывается амплитудно-модулированным сигналом АМС. Диполи АВП питаются от электронного гониометра ЭГ балансно-модулированными сигналами БМС [3] со сдвигом по фазе на 90° модулирующих колебаний частоты 30 Гц. Благодаря этому создается вращающееся с частотой 30 Гц электромагнитное поле ЭМП с ДН, имеющей форму восьмерки.

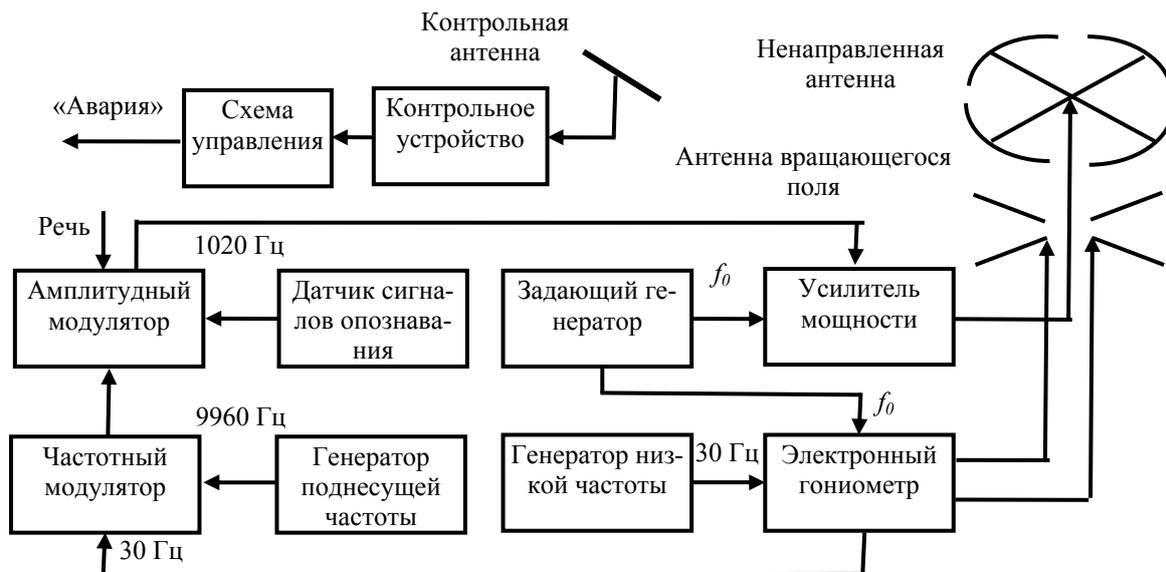


Рис. 2. Структурная схема радиомаяка VOR

При сложении излучаемых полей АМС и БМС получается амплитудно-модулированное ЭМП, в котором добавляется модулирующая составляющая с частотой ЧМ поднесущей, содержащей опорное напряжение 30 Гц.



Рис. 3. Внешний вид радиомаяка VOR

Аппаратура контроля содержит контрольную антенну КА – диполь, устанавливаемый у края противовеса, контрольное устройство и схему управления, которая в случае отказа АРМ выдает сигнал «Авария».

В настоящее время находят применение усовершенствованные АРМ доплеровского типа DVOR, имеющие более высокую точность определения координат.

Внешний вид АРМ VOR приведен на рис. 3.

Аппаратная часть размещена в домике контейнерного типа, на крыше которого размещены АВП и ННА. Электропитание АРМ подается по подземному силовому кабелю.

Библиографические ссылки

1. Беляевский Л. С., Новиков В. С., Олянюк П. В. Основы радионавигации : учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. Л. С. Беляевского. М. : Транспорт, 1992.
2. Сосновский А. А. Авиационная радионавигация : справ. 1990.
3. Мусонов В. М., Чижиков В. А. Радиоэлектроника и схемотехника / СибГАУ. Красноярск, 2013.

УДК 62.97.98

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ. ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИН НА ХАРАКТЕРИСТИКИ

С. Е. Мащенко
Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: havok1994@mail.ru

Область применения синхронных машин. Характерные особенности современного электромашиностроения. Преимущества синхронных двигателей. Изучены технико-экономические показатели сверхмощных синхронных машин.

Ключевые слова: авиация, синхронные машины, характеристики.

CHARACTERISTICS OF THE SYNCHRONOUS CAR. INFLUENCE OF CAR CONSTRUCTION ON CAR CHARACTERISTICS

S. E. Mashchenko
Scientific supervisor – N. V. Yurkovets

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: havok1994@mail.ru

The scope of use of the synchronous car. The unique characteristics of the electric machine industry. The advantages of the synchronous motor. The information gathered provides an insight into the technical economic index of the synchronous car.

Keywords: aviation, synchronous machine characteristics.

Синхронные машины используют главным образом в качестве источников энергии переменного тока, их устанавливают на тепловых, гидравлических и атомных электростанциях. Синхронные машины применяются также в качестве двигателей, наибольшее распространение получили трехфазные генераторы и двигатели. Для генерирования и потребления реактивной мощности с целью улучшения коэффициента мощности сети и регулирования ее напряжения применяют синхронные компенсаторы.

Характерной особенностью современного электромашиностроения является существенное повышение номинальной мощности синхронных машин за счет увеличения их электромагнитных нагрузок, усовершенствования конструкции, повышения эффективности системы охлаждения [1].

Применение сверхмощных синхронных машин, с одной стороны, обеспечивает весьма высокие технико-экономические показатели, а с другой стороны, требует применения новых решений для их пуска в ход, поскольку традиционный метод пуска в режиме асинхронного двигателя для таких машин либо невозможен вообще, либо его реализация связана с существенным ухудшением показателей машин. Асинхронный пуск в ряде случаев недопустим по условиям термической устойчивости ротора, а также по воздействию пусковых токов на питающую сеть.

Синхронные двигатели в силу ряда преимуществ находят все более широкое применение для привода различных механизмов, не требующих частых пусков. Синхронные двигатели могут применяться для центробежных и поршневых насосов и компрессоров, воздуходувок, шаровых и мукомольных мельниц, прокатных станков, а также для электроприводов с ударной нагрузкой. В последнее время синхронные двигатели стали применяться и для механизмов, требующих регулирования скорости [2].

Главное преимущество синхронных двигателей, например, перед асинхронными заключается в том, что путем изменения тока возбуждения можно изменять величину реактивной мощности.

В зависимости от величины тока возбуждения реактивная мощность может выдаваться в сеть (при перевозбуждении) и потребляться из сети (при недо возбуждении). Синхронные двигатели обычно выполняются для работы с опережающим коэффициентом мощности, т. е. для выдачи реактивной мощности в сеть.

Исключительно полезной является возможность автоматического регулирования тока возбуждения синхронного двигателя. Автоматическое регулирование возбуждения является одним из весьма эффективных способов повышения устойчивости синхронных двигателей, создает благоприятные условия для их прямого пуска и самозапуска.

Внедрение на электростанциях и предприятиях энергосистем синхронных машин со всё возрастающей единичной мощностью особенно остро поставило проблему их пуска в режиме двигателя. Наиболее перспективным способом пуска синхронной машины, как с точки зрения эксплуатации питающей сети, так и самой машины является частотный способ пуска от статического преобразователя частоты.

Частотный пуск синхронной машины проходит плавно, без особых термических и электродинамических перегрузок, без перегрузок питающего трансформатора, а следовательно, без ухудшения качества электроэнергии, что в конечном итоге приведёт к экономическому эффекту. И хотя этот способ пуска синхронной машины уже нашёл практическое применение, в теоретическом плане он ещё исследован недостаточно [3].

В последние годы почти во всех случаях практики применяется так называемый асинхронный пуск в ход. Синхронный двигатель при этом пускается как асинхронный. Чаще для понижения напряжения при пуске используется автотрансформатор или реактор (реактивная катушка).

Основное преимущества синхронного двигателя, его высокий $\cos \varphi$. Это преимущество приводит не только к повышению использования всей электрической установки, но и к уменьшению размеров синхронного двигателя по сравнению с асинхронным.

Библиографические ссылки

1. Кислицин А. Л. Синхронные машины. Ульяновск: УлГТУ, 2000. 108 с.
2. Забудский Е. И. Электрические машины. Ч. 3. Синхронные машины. МГАУ, 2008. 195 с.
3. Шакарян Ю. Г. Асинхронизированные синхронные машины // Энергоатомиздат, 1984. 192 с.

© Машенков С. Е., 2015

УДК 629.7.01

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТА CESSNA 172S

Р. М. Мусин, В. В. Егоров, Д. С. Егоров
Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Justwhitehunter@yandex.ru

Раскрывается тема исследования системы электроснабжения самолета Cessna 172S, представляются некоторые электрические схемы, делается анализ причин популярности в авиации данной модели.

Ключевые слова: самолет, система электроснабжения, Cessna, электрическая схема, авиация.

RESEARCH OF SYSTEM OF POWER SUPPLY CESSNA 172S PLANE

R. M. Musin, V. V. Egorov, D. S. Egorov
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Justwhitehunter@yandex.ru

In work authors open a subject of research of system of power supply of the Cessna 172S plane, represent some electric circuits, do the analysis of the reasons of popularity in aircraft of this model.

Keywords: plane, power supply system, Cessna, electric circuit, aviation.

Сессна-172S Скайхоук (англ. Cessna 172 Skyhawk) – американский лёгкий самолёт. Выпускается компанией «Сессна». Самый массовый самолёт в истории авиации. С 1956 года построено свыше 43 000 самолётов в более чем 25 модификациях. Самолет предназначен для выполнения широкого спектра полетов [1].

Что же послужило такой популярности данного самолета? Ответ очевиден: все дело в том, что самолет оказался очень надежным и весьма простым в конструировании и дальнейшей эксплуатации. В данной работе авторы постараются исследовать и описать одну из систем данного самолета, а именно, систему электроснабжения.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Самолет оборудован электрической системой 28 В (рис. 1) постоянного тока [2]. Генератор 60 Ас ременным приводом обеспечивает питание системы. Главная аккумуляторная батарея 24 В расположена внутри обтекателя двигателя на левой противопожарной перегородке. Генератор и главная аккумуляторная батарея управляются через главный переключатель MASTER рядом с верхней частью панели переключателей пилота.

Питание (рис. 2) подается на большую часть электрических цепей через две первичные шины (ELECTRICAL BUS 1 и ELECTRICAL BUS 2), основная шина и шина кольцевания подсоединены между двумя главными шинами для обеспечения питания резервного оборудования.

Система оборудована вторичной или резервной аккумуляторной батареей, расположенной между противопожарной перегородкой и приборной доской. Переключатель STBY BATT (резервная аккумуляторная батарея) управляет подачей питания на резервную аккумуляторную батарею и от нее. Резервная аккумуляторная батарея обеспечивает подачу питания на основную шину в случае отказа источников питания генератора и главной аккумуляторной батареи.

Первичные шины получают питание, когда главный переключатель MASTER включен и не зависят от работы стартера или внешнего источника питания. Каждая шина также подключена к шине

авионики через АЗС и переключатели AVIONICS BUS 1 и BUS 2. Питание на каждую шину авионики подается, когда главный переключатель MASTER и соответствующий переключатель AVIONICS находятся в положении ON (вкл.) [3].

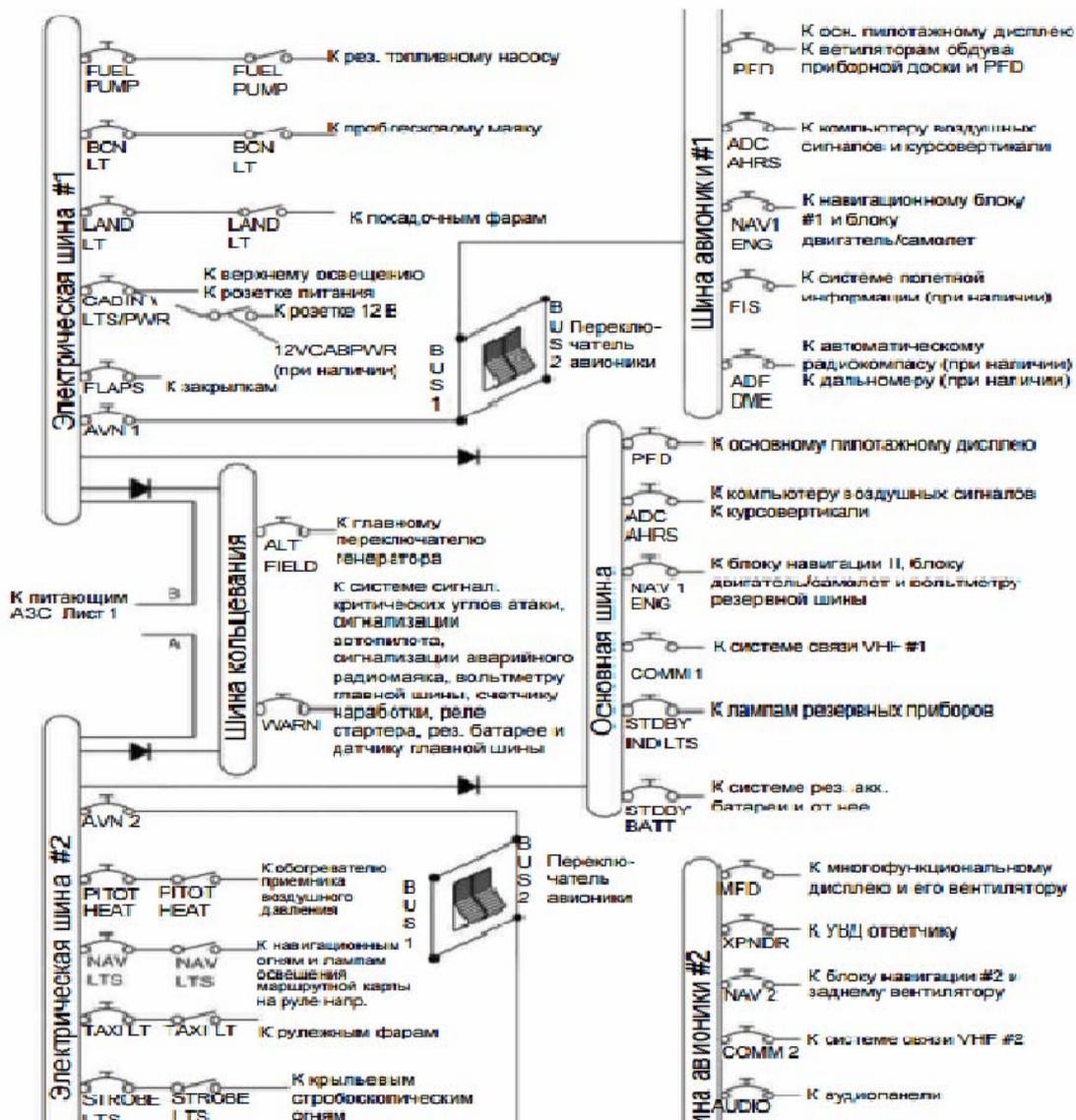


Рис. 1. Электрическая система ВС 28В

Оба переключателя авионики BUS 1 и BUS 2 должны быть отключены для предотвращения повреждения электронного оборудования нестабилизированным напряжением до включения или выключения главного переключателя MASTER, запуска двигателя или использования источника внешнего питания.

Самолет оборудован распределительным модулем, расположенным на левой передней стороне противопожарной перегородки. В модуле находятся все реле, используемые в электрической сети самолета. Блок управления генератора (ACU), датчик тока главной аккумуляторной батареи и разъем внешнего источника питания также находятся внутри модуля.

Как было уже сказано, можно сделать вывод, что самолет Cessna получил свою популярность благодаря простоте управления, ремонта и конструирования своих систем и элементов. Исходя из представленных данных работы, можно ознакомиться с одной из основных систем самолета Cessna-172S- системой электроснабжения.

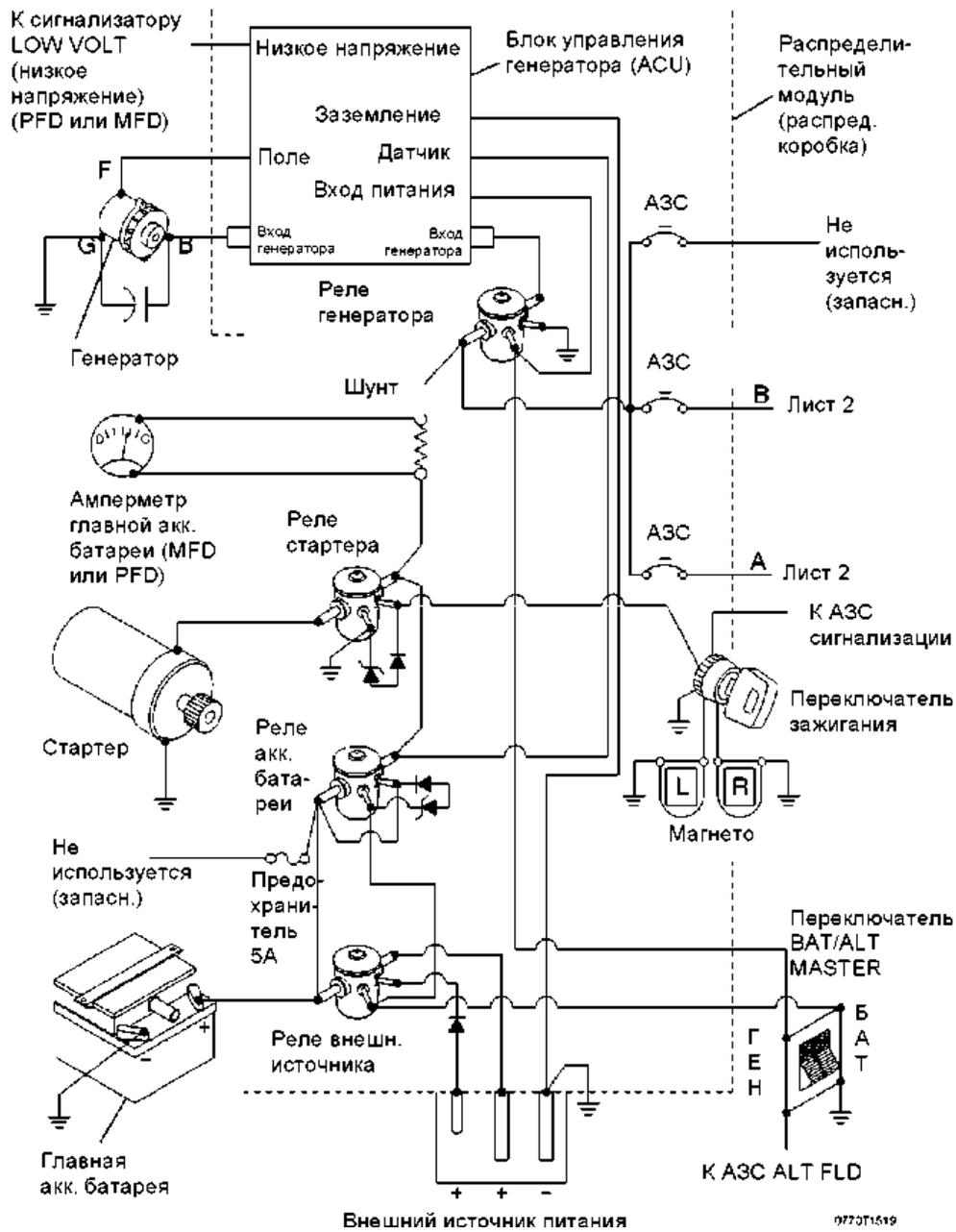


Рис. 2. Подключение питающих элементов ВС

Библиографические ссылки

1. Компания Cessna Aircraft Оригинальное издание. 20 декабря 2007. Руководство по лётной эксплуатации (Pilot Operating Handbook) воздушного судна Cessna-172S.
2. Анализ особенностей конструкции и эксплуатации самолета Cessna-172S и его силовой установки [Электронный ресурс] // Общество / СЦИБСТ. URL: <http://scbist.com/aviaciya/18919-analiz-osobennostei-konstrukcii-i-ekspluatatsii-samoleta-cessna-172s-i-ego-silovoi-ustanovki.html> дата обращения: 07.04.2015).
3. Легкий самолет Cessna 172S Skyhawk [Электронный ресурс]. URL: <http://aucofsla.ru/tehnika/samolet-cessna-172.html> дата обращения: 07.04.2015).

© Мусин Р. М., Егоров В. В., Егоров Д. С., 2015

УДК 629.73.08; 629.7.004.67

ВИБРАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А. А. Парпуц, Е. С. Панкеев
Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Изложены методы вибрационных испытаний конструкций летательных аппаратов (ЛА) на основе специально изготовленных моделей. Рассмотрены задачи вибрационных испытаний, требования для проведения виброиспытаний и требования для испытываемого изделия. Даются рекомендации по обработке результатов испытаний.

Ключевые слова: вибрация, испытание конструкции, модели.

VIBRATION TESTS OF DESIGNS AIRCRAFT

A. A. Parputs, E. S. Pankeev
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

In the report we stated methods of vibration tests of designs of the aircraft (FO) which are used with the specially made models. We also consider problems of vibration tests, requirements for carrying it out and the requirement for the examinee of a product. Moreover, you can find here recommendations about processing of results of test.

Keywords: vibration, structural test model.

Основной из причин авиационных происшествий является вибрация, которой подвергаются ЛА на протяжении долгого времени его использования. Вибрация разрушает элементы конструкции, сокращает ресурс работы двигателей. При резонансной вибрации возможны нарушения работы аппаратуры, протирание проводов в местах их закрепления или соединения с деталью, а также нарушение герметизации корпуса. Причины разрушения могут быть следующими: плохое качество материала, из которого изготовлена деталь, износ, превышение уровня амплитуд вибраций.

Усталостное разрушение материала происходит в результате появления в нем микротрещин, которые, случайным образом, могут образовать основную трещину. Если трещина достигает значительных размеров в материале, это может привести к авиационному происшествию [1].

Главное назначение вибрационных испытаний – проверка надежности и обеспечение работоспособности ЛА. При помощи этих испытаний проверяют характеристики и состояние конструктивных элементов ЛА. При обнаружении отклонения характеристик от заданных значений, происходит их доводка. Также, при проведении вибрационных испытаний ЛА подвергают нагрузкам, превышающим эксплуатационные, которые установлены регламентом.

Задачи вибрационных испытаний:

- 1) определение фактических запасов прочности и конструкции ЛА при различных нагрузках;
- 2) определения коэффициентов деформирования агрегатов и ЛА в целом;
- 3) проверка виброустойчивости агрегатов;
- 4) выявление частот и форм колебания элементов конструкции ЛА;
- 5) проверка устойчивости к качке и длительным перелетам ЛА.

Требования для проведения виброиспытаний:

- 1) продолжительность испытаний, которая ограничивается испытательным изделием;
- 2) диапазон частот вибраций в контрольных точках объекта;
- 3) точность воспроизведения и поддержания заданных характеристик в ходе испытаний.

В ходе испытаний за короткое время необходимо воспроизвести заданные спектральные характеристики вибраций в широком диапазоне частот и с достаточно высокой точностью. Решение этой задачи для одномерных и в особенности для многомерных систем невозможно без применения автоматизированных систем управления виброиспытаниями [2].

Требования для испытываемого изделия:

- 1) изделие необходимо изготовить по рабочим чертежам ЛА, с которым оно должно быть идентично геометрически, механически, электрически и т. д.;
- 2) масса M , центровка $X_{\text{цм}}$ и моменты инерции J_x ; J_y ; J_z изделий должны экспериментально определяться перед испытаниями для каждого конкретного ЛА;
- 3) при необходимости в некоторых случаях следует обеспечить герметичность испытываемых изделий;
- 4) аппаратура испытываемого изделия проверяется на автономное в комплексное функционирование с измерением основных параметров;
- 5) комплектующие элементы и рабочие вещества в используемых механизмах и агрегатах ЛА, должны точно соответствовать чертежам» необоснованные замены на стадии испытаний не допускаются;
- 6) специальные узлы, устанавливаемые на изделии для его крепления или приложения нагрузки, не должны изменять прочность и жесткость конструкции, не должны препятствовать ее деформациям при испытаниях;
- 7) на изделии устанавливаются преобразователи, необходимые для фиксирования параметров.

Однако традиционные виброиспытания ЛА не всегда позволяют определить причину отклонений динамических характеристик, поэтому целесообразна разработка методики использования их результатов для обнаружения дефектов. Одним из способов решения этой задачи является математическое моделирование конструкции самолёта с дефектом в виде уравнений движения с последующим определением параметров уравнений по результатам испытаний. Такие методы называются методами идентификации динамических систем [3].

Развитие методов идентификации тесно связано с совершенствованием экспериментального оборудования и вычислительной техники. Первые способы определения параметров уравнений движения механических систем, разработанные к пятидесятым годам прошлого столетия, относились, в основном, к уравнениям колебаний, записанным в главных координатах.

Развитие вычислительной техники, увеличение числа каналов измерения и скорости опроса датчиков экспериментального оборудования, а также возможность непосредственного введения результатов частотных испытаний в память ЭВМ, послужило толчком к развитию параллельно модальной идентификации и методов определения параметров уравнений движения относительно физической системы координат.

Исходя из вышесказанного, следует, что по мере развития и совершенствования методов обработки данных, экспериментальной и вычислительной техники, появятся новые возможности комплексной оценки технического состояния самолёта методами виброиспытаний.

Библиографические ссылки

1. Евстигнеев С. Л., Беглов Ю. И. Вибрационные испытания изделий сложной конструкции. Динамика и прочность конструкций. Челябинск, 1982. С. 118.
2. Парафесь С. Г., Туркин И. К. Методы и средства динамических испытаний конструкций летательных аппаратов. 2002.
3. Беглов Ю. И., Евстигнеев С. Л., Староверов. Способ вибрационных испытаний объектов. 1985.

УДК 629.73.07

ГЛОБАЛЬНЫЙ ПЛАН ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Н. И. Стаценко

Научный руководитель – Р. А. Акзигитов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Кратко рассматриваются основные цели ГПБП, а также предоставлены методы решения вопросов обеспечения безопасности полетов в рамках данного проекта.

Ключевые слова: безопасность полетов, обеспечение безопасности.

THE GLOBAL PLAN OF FLIGHT SAFETY PROMOTION (GPFSP)

N. I. Stacenko

Scientific supervisor – R. A. Akzigitov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The article deals with the major purposes of the GPFSP and with methods of solution to the issues of flight safety promotion within the context of this project.

Keywords: safety, security.

Стратегия ГПБП

Глобальный план обеспечения безопасности полетов (ГПБП) претерпел значительные изменения, в основном в результате его возросшей роли в качестве высокоуровневого документа с изложением основных принципов, планов и направлений реализации, который во взаимодействии с Глобальным аэронавигационным планом (ГАНП) ИКАО определяет в рамках всего сектора прогресс в сфере воздушного транспорта. Глобальные планы определяют средства и задачи, руководствуясь которыми ИКАО, государства и заинтересованные стороны в авиации могут предвидеть рост объемов воздушного движения и эффективно управлять им, принимая при этом упреждающие меры в целях поддержания или повышения уровня безопасности полетов. В связи с этим ГПБП и изменения к нему утверждаются Советом до последующей разработки бюджетных положений и одобряются Ассамблеей [1].

Цели ГПБП

ГПБП определяет на ближайшие 15 лет стратегию постоянного совершенствования для реализации государствами путем создания базовой, а затем и более совершенной системы обеспечения безопасности полетов. Плановые сроки и общие цели:

- а) ближнесрочная задача (до 2017 г.) – внедрение эффективной системы обеспечения безопасности полетов;
- б) среднесрочная задача (до 2022 г.) – полное внедрение разработанных ИКАО основных принципов государственной программы по безопасности полетов;
- в) долгосрочная задача (до 2027 г.) – перспективная система обеспечения безопасности полетов, включая упреждающее управление рисками.

Программа повышения безопасности операций на ВПП

Анализ статистических данных свидетельствует о том, что авиационные происшествия в районе ВПП происходят в результате действия способствующих факторов, связанных с многими аспектами авиационной системы. Поэтому программа ИКАО по безопасности операций на ВПП стимулирует создание междисциплинарных групп по безопасности операций на ВПП на основе взаимодействия между регулирующими органами, а также заинтересованными сторонами по линии организа-

ции воздушного движения, аэродромов, эксплуатантов конструкторских и промышленных организаций. В качестве нескольких важных примеров имеющихся продуктов можно привести набор инструментов ИКАО по безопасности операций на ВПП и набор инструментов ИКАО/ИАТА по уменьшению риска выхода за пределы ВПП.

Столкновение с землей исправных воздушных судов

Региональными группами по обеспечению безопасности полетов инициирована кампания повышения осведомленности, которую авиаэксплуатанты могут использовать для разработки стандартных эксплуатационных правил и программ подготовки пилотов. К этому относятся использование заходов на посадку по приборам с вертикальным наведением, использование метода постоянного снижения на конечном участке захода на посадку (CDFA) при выполнении захода на посадку только с боковым наведением и переподготовка с отработкой маневров ухода с использованием систем предупреждения о близости земли (GPWS) с функциями оценки рельефа местности в направлении полета.

Потеря управления в полете (LOC-I)

Сокращение числа авиационных происшествий по причине потери управления в полете (LOC-I) является одним из приоритетных направлений деятельности ИКАО. В рамках Группы по подготовке персонала в области предотвращения потери и восстановлению управления ИКАО осуществляет совместно с представителями международного авиационного сообщества разработку гармонизированных требований и инструктивного материала для подготовки членов летного экипажа по теме предотвращения потери и восстановления управления в полете [2].

ПОДДЕРЖКА РЕАЛИЗАЦИИ

Следующее поколение авиационных специалистов (NGAP)

ИКАО, ее государства-члены и отрасль предпринимают совместные усилия по разработке концепции продвижения подготовки и сохранения кадров для того, чтобы обеспечить будущую глобальную авиационную систему достаточным количеством квалифицированных специалистов, необходимых для управления ею и поддержания ее функционирования.

Анализ данных о безопасности полетов – комплексная система анализа и представления данных о тенденциях в области безопасности полетов (iSTARS)

ИКАО начала обеспечивать значительно улучшенный и расширенный онлайн-доступ в режиме реального времени к информации о безопасности полетов в рамках своего проекта iSTARS, а также к целому диапазону дополнительных авиационных данных.

Сеть совместной помощи в области безопасности полетов

SCAN служит для упрощения и координации обмена связанной с безопасностью полетов информацией в отношении проектов и деятельности в области финансовой и технической помощи. SCAN представляет собой новый канал связи, позволяющий донорам и сторонам, предоставляющим помощь, обсуждать текущие проекты и планы оказания помощи на будущее.

Фонд безопасности полетов (SAFE)

За последнее десятилетие инициативы ИКАО по реализации мер в сфере обеспечения безопасности полетов были в значительной степени расширены и переориентированы. В этой связи в ИКАО был создан Фонд SAFE, позволяющий осуществлять сбор и использование добровольных пожертвований от государств и других доноров на ответственной, последовательной, эффективной и своевременной основе, сводя при этом к минимуму административные расходы.

ГПБП содержит адресованные государствам рекомендации о том, как добиваться реализации глобальных целей в области обеспечения безопасности полетов, и включает инструктивный материал по передовой практике. Государствам и регионам следует также и впредь пользоваться преимуществами более широкой доступности информации о безопасности полетов и обмена ею [3].

Библиографические ссылки

1. 2014–2016 Глобальный план обеспечения безопасности полетов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aerohelp.ru/data/432/Doc10004.pdf> (дата обращения: 25.02.2015).
2. Глобальный план обеспечения безопасности полетов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aerohelp.ru/data/432/annex%2019.pdf> (дата обращения: 25.02.2015).
3. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.aerohelp.ru/data/432/Doc9859.pdf> (дата обращения: 25.02.2015).

УДК 629.73.07

РАЗРАБОТКА ОБЩИХ ПРИНЦИПОВ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПОЛЕТА ВС ГА ПУТЁМ ЭКОНОМИИ АВИАТОПЛИВА

Е. А. Степина, Е. А. Максименко
Научный руководитель – Р. А. Акзигитов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Рассмотрена необходимость оперативного мониторинга ВС по линиям спутниковой передачи данных и обеспечения достоверной передачи аэронавигационных данных с борта воздушного судна в центр УВД с целью внедрения новых технологий в соответствии с концепцией CNS/ATM.

Ключевые слова: авиация, спутниковая навигация, авиационное топливо.

ESTABLISHMENT OF COMMON PRINCIPLES OF FORMATION METHODS IMPROVE THE EFFICIENCY OF CIVIL AIRCRAFT FLIGHT FUEL SAVINGS

E. A. Stepina, E. A. Maksimenko
Scientific supervisor – A. R. Akzigitov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The article discusses the need for operational monitoring of the sun along the lines of satellite data and to ensure reliable transmission of aeronautical data from the aircraft to the ATC center in order to introduce new technologies in accordance with the concept of CNS / ATM.

Keywords: aviation, satellite navigation, aviation fuel.

Повышение эффективности авиаперевозок подразумевает собой экономию топлива на воздушном транспорте. Минимизация затраты топлива на перелёт воздушного судна из точки отправления в точку назначения непременно принесёт прибыль авиакомпаниям. Таким образом, возникает важная и актуальная научная проблема разработки методов снижения расхода топлива воздушного транспорта [1; 2].

Целью работы является анализ существующих методов экономии топлива и выведение нового пути для совершенствования этой системы.

В основе работы лежат различные методы и принципы, согласно которым количество топлива, потребляемого воздушными судами при выполнении полетов сводится к минимуму который не влияет на безопасность полётов воздушных судов.

Одним из основных потребителей энергетических ресурсов является транспорт, поэтому задача их экономии – одна из наиболее важных. Особую значимость эта задача имеет для воздушного транспорта нашей страны (имеющего наиболее протяжённую сеть внутренних авиалиний), поскольку гражданская авиация является потребителем дефицитного авиационного топлива.

Полет вертолётa в отличие от самолётa связан с существенно большими затратами энергии не только на преодоление силы трения и воздушного сопротивления, но и на уравнивание всей своей массы. Поэтому методы экономии топлива для самолётa и вертолётa будем рассматривать отдельно.

Рассмотрим методы экономии топлива на вертолётe.

Можно выделить три основных направления экономии авиатоплива: совершенствование подготовки и тренировки летного состава, а также предполетной и послеполетной подготовки, экономию авиатоплива в полете.

Наиболее перспективным является метод экономии топлива с помощью определения оптимального крейсерского режима полёта. Метод включает операции набора высоты, горизонтального полета, моторного планирования с установкой оборотов несущего винта, соответствующих этим операциям, при этом набор высоты и моторное планирование выполняют на скоростях, близких к крейсерским.

В ходе работы было предложено несколько способов улучшения этого метода экономии топлива [3]:

1. Способ пилотирования вертолетов, включающий операции набора высоты, горизонтального полета, моторного планирования с установкой оборотов несущего винта, соответствующих этим операциям, отличающийся тем, что набор высоты и моторное планирование выполняют на скоростях, близких к крейсерским.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что для операций пилотажа устанавливают частоту вращения несущего винта, меньшую номинального значения на 2–3 %.

3. Способ по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что для одновинтовых аппаратов полет выполняют с креном в сторону, противоположную тяге рулевого винта, при этом величину крена контролируют по указателю скольжения на приборной доске летчика.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что крен в полете обеспечивают разворотом на требуемый угол указателя скольжения, при этом пилотирование осуществляют при расположении шарика указателя скольжения в середине шкалы.

5. Способ по п. 4, отличающийся тем, что для вертолета Ми-8 и его модификаций величина крейсерской скорости на высотах полета до 1 км соответствует диапазону 210–230 км/ч, частота вращения несущего винта 92–93 % по указателю тахометра, а угол крена 1,5°, при этом смещение шарика указателя скольжения соответствует 1/3 его ширины.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что частоту вращения несущего винта изменяют переключателем настройки оборота винта системы управления двигателем.

На самолёте основными методами экономии топлива являются (см. таблицу):

1) Уменьшение веса воздушных судов;

2) Повышение экономии топлива в полёте с помощью оптимизации балансировки самолётов.

Деятельность по уменьшению веса воздушных судов можно осуществлять по двум основным направлениям: уменьшение сухого эксплуатационного веса и уменьшение количества топлива, перевозимого на борту воздушного судна. Необоснованная перевозка излишнего веса приведет к увеличению количества топлива, потребляемого в полете. Как правило, масса излишне потребленного топлива, обусловленная дополнительным весом, перевозимым на борту воздушного судна, составляет порядка 2,5–4,5 % от дополнительного веса на час полета, что также зависит от характеристик конкретного воздушного судна.

В целом изготовители воздушных судов и поставщики комплектующих изделий предпринимают активные усилия по уменьшению веса новых воздушных судов за счет широкого использования более легких материалов (например, композитных) и менее сложных агрегатов. Но в ходе работы были предложены несколько новых примеров потенциальных возможностей уменьшения эксплуатационного веса воздушного судна. Следует отметить, что не все возможности можно реализовать на всех типах и модификациях воздушных судов или при производстве всех полетов.

Таблица 1

Предлагаемые способы экономии топлива

Уменьшение количества бортового запаса питьевой воды	Запас питьевой воды можно оптимизировать с учетом потребностей каждого рейса
Использование пластмассовых бутылок для напитков вместо стеклянных	Перевозка напитков в пластмассовых, а не в стеклянных бутылках, обеспечивает экономию веса в 0,5 кг на бутылку
Уменьшение количества перевозимых товаров беспошлинной торговли	Можно рассмотреть соображения коммерческого характера. Использование более легкой посуды. Металлические столовые приборы можно заменить более легкими пластмассовыми приборами
Использование облегченного аварийно-спасательного оборудования	Можно использовать более легкие типы такого оборудования, как надувные спасательные плоты и жилеты

Использование более легких пассажирских кресел	В настоящее время имеются облегченные высокопрочные кресла повышенного комфорта, в которых используются легкие композиционные материалы
Демонтаж второго генератора ВСУ на соответствующих типах воздушных судов	Если второй генератор ВСУ не требуется, то его демонтаж может обеспечить экономию веса в 45 кг
Установка углеродных тормозов	На узкофюзеляжном ВС средних размеров, например на Боинг-737-800, может быть достигнута экономия веса порядка 300 кг

Наряду с передовыми методами экономии топлива на самолёте, оптимизация балансировки состоит из ряда небольших исследований.

Рассмотрим первое исследование, оно заключается в том, что имеется две системы координат OXY которая действует на самолет без горизонтального оперения (б.г.о.) и $O_{ам}X_{ам}Y_{ам}$ для горизонтального оперения (г.о.). Берут ось OX , которая направлена против вектора скорости набегающего на самолет воздуха и противоположную $O_{ам}X_{ам}$ направленную против вектора скорости местного скошенного потока в районе горизонтального оперения, а далее выбирают оптимальное положение воздушного судна и наименьший коэффициент лобового сопротивления при котором расход топлива будет меньше.

Таким образом, в данной работе в полной мере раскрыты основные действующие принципы экономии топлива и на реальном примере демонстрирует их. Были рассмотрены два вида воздушных судов: самолёт и вертолёт.

Проведенные в работе исследования и полученные результаты позволяют повысить экономичность полётов ВС ГА путем применения усовершенствования методов теоретических и летных исследований.

Библиографические ссылки

1. Концепция и системы CNS/ATM в гражданской авиации / В. В. Бочкарев, В. Ф. Кравцов, Г. А. Крыжановский и др. / под ред. Г. А. Крыжановского. М. : ИКЦ «Академкнига», 2003. 415 с.
2. Пятко С. Г. Методы повышения точности прогнозирования траекторий : дис. канд. техн. наук: 05.22.13. / Академия ГА. Л., 1985. 256 с.
3. Неделько С. Н. Разработка методов повышения надежности управления воздушным движением при отказах наземных радиотехнических средств : дис. канд. наук: 05.22.13 / Академия ГА. Л., 1986. 256 с.

© Степина Е. А., Максименко Е. А., 2015

УДК 629.7.064.5

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Д. Е. Строков

Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
 Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
 E-mail: DimaStr20@gmail.com

Рассмотрены такие специальные типы трансформаторов, как: трёхобмоточные, сварочные, измерительные трансформаторы и автотрансформаторы. Ввиду того, что широкое применение в авиации нашли измерительные трансформаторы, был проведен сравнительный анализ схем дифференциальной защиты на воздушных судах (ВС) Boeing 737-600/700/800/900 и TU-154Б(М), в которых применены трансформаторы тока, относящиеся к типу измерительных.

Ключевые слова: трансформаторы, дифференциальная защита.

SPECIAL TRANSFORMERS

D. E. Stokov

Scientific supervisor – N. V. Yurkovets

Reshetnev Siberian State Aerospace University
 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
 E-mail: DimaStr20@gmail.com

Special transformers that include three-circuit transformers, welding transformers, instrumental transformers and autotransformers are considered by the author. In view of the fact that instrumental transformers are widely applied in an aircraft, comparative analysis of differential protection schemes between Boeing 737-600/700/800/900 and TU-154B(M) is conducted by the author.

Keywords: transformers, differential protection.

Типовой схемой для ВС (рис. 1), на которых применена дифференциальная защита генератора, является схема с встречным включением обмоток трансформаторов тока [1]. Для каждого трансформатора фидер генератора является первичной обмоткой. Таким образом, блок трансформаторов тока состоит из трёх трансформаторов тока, так как первичной системой электроснабжения на ВС с дифференциальной защитой генератора является трёхфазная 200/115 В.

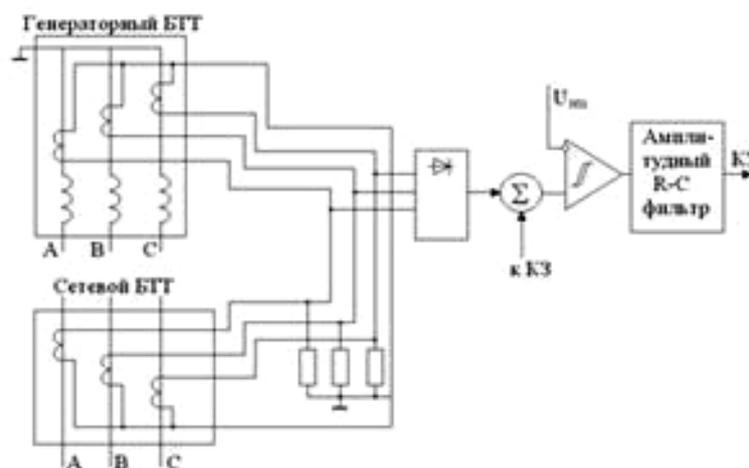


Рис. 1. Схема дифференциальной защиты генератора и его фидера

На ВС ТУ-154Б(М) в схеме дифференциальной защиты генераторы применяются трансформаторы тока серии БТТ (блок трансформаторов тока). В зависимости от режимов работы генераторов, конструктивного исполнения и номинальных характеристик производится несколько типов БТТ для ВС. На ВС Boeing-737 применяются трансформаторы тока Differential protection current transformer (DPCT). Блоки трансформаторов тока серии БТТ и DPCT конструктивно схожи.

На ВС ТУ-154Б блок БТТ-40Б также может обеспечивать при параллельной работе питание датчиков распределения активной и реактивной мощностей:

- В блоке регулирования частоты (БРЧ) посылает сигнал на блок измерения активных мощностей (БИАМ-М1), который затем формирует сигнал, пропорциональный активной составляющей тока нагрузки генератора для синхронизации активных мощностей генераторов;

- В блоке регулирования напряжения БРН питание датчика блока регулировки реактивных мощностей (БРРМ) для синхронизации реактивных нагрузок генераторов.

На ВС Boeing серии 737 применена аналогичная ТУ-154 схема защиты генератора и его фидера. На генераторе (IDG) расположен блок трансформаторов тока (NCT), связанный с блоком трансформаторов тока (DPCT), расположенных на фидере основной шины питания, через блок контроля генератора (GCU) [2]. Блок контроля генератора регистрирует отклонения тока на каждой из фаз. При отклонении значения силы тока в любой из фаз на 20 А и более в течение 70 миллисекунд, блок контроля генератора размыкает блок отключения генератора (GCB) и реле в блоке контроля генератора (GCR). В отличие от ВС ТУ-154, на ВС Boeing в канале первичного электроснабжения основными являются два блока – блок контроля генератора (GCU) и блок контроля питания шин (VPCU). Блоки трансформаторов тока применяются только в системе дифференциальной защиты и связаны с блоком контроля генератора, который аналогичен блокам БЗУ и БРН на ТУ-154 [3; 4]. На ТУ-154Б(М) блоки трансформаторов тока также применялись при регулировании распределения активной и реактивной мощностей между генераторами во время их параллельной работы, тогда как на Boeing 737 параллельной работы генераторов не предусмотрено.

Таким образом, главное отличие состоит в пуско-регулирующей аппаратуре генераторов, с которой связаны блоки трансформаторов тока. Принцип, лежащий в основе дифференциальной защиты фидера ТУ-154 и Boeing, остался неизменным.

Библиографические ссылки

1. Савелов А. А. Устройства электроснабжения воздушных судов: пособие к выполнению лабораторных работ. М. : МГТУ ГА, 2011.
2. Ian M., Allan S. Aircraft systems: Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. 3 ed. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2008. 504 p.
3. Барвинский А. П., Козлова Ф. Г. Электрооборудование самолётов : учеб. для сред. спец. учеб. заведений. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Транспорт, 1990. 320 с.
4. Синдеев И. М., Савелов А. А. Системы электроснабжения воздушных судов : учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Транспорт, 1990. 296 с.

© Строков Д. Е., 2015

УДК 629.73.07

БОРТОВЫЕ СРЕДСТВА ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ

Е. А. Туговиков, А. Л. Сенько
Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Несмотря на большой объем научных исследований и испытаний, не всегда удается предусмотреть все возможные сочетания факторов, приводящих к возникновению авиационных происшествий. Поэтому первоочередной задачей является установление истинной причины происшествия и разработка мероприятий по предупреждению его повторения. Бортотельные средства объективного контроля позволяют устанавливать причины авиационных происшествий.

Ключевые слова: авиация, объективный контроль, обслуживание.

ON BOARD MEANS OF OBJECTIVE CONTROL

E. A. Tugovikov, A. L. Senko
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Despite large volume of scientific researches and tests, it isn't always possible to provide all possible combinations of the factors leading to emergence of aviation incidents. Therefore a priority is establishment of the true cause of the accident and development of actions for the prevention of its repetition. Onboard means of objective control allow to establish the reasons of aviation incidents.

Keywords: aviation, objective control, service.

Объективный контроль – комплекс мероприятий по сбору, обработке и анализу инструментально-регистрируемой информации о работоспособности авиационной техники и наземных средств обеспечения полетов.

Использование бортовых средств объективного контроля (СОК) позволяет объективно оценить состояние авиадвигателей, бортового оборудования, действия в полёте лётного состава, полноту и качество выполнения полётного задания. Важное место в решении этих задач, а так же при расследовании авиационных происшествий и инцидентов занимают бортовые системы регистрации полётных данных (БСРПД) [1].

По способу записи параметров бортовые устройства регистрации (БУР):

- *Механические* (на бумажную ленту с помощью пишущих или царапающих перьев и на металлическую фольгу).
- *Оптические* (на фотопленку или фотобумагу с помощью светового луча);
- *Магнитные* (на магнитную пленку, стальную ленту или проволоку с помощью магнитных записывающих головок).

Эти записи используются после полета для оценки качества его выполнения, расследования причин предпосылок к летным происшествиям, определения технических характеристик бортовых устройств и систем.

Выходные величины датчиков (давления, скорости, температуры, напряжения и т. д.) предварительно преобразуются в электрические напряжения, которые затем в преобразователе формы сигнала преобразуются в вид, удобный для записи.

Регистраторы с механическим способом записи. К ним относятся самописцы скорости и высоты типа К2-713М (запись на закопченной бумажной ленте), К2-717 (на бумажной ленте со специальным покрытием), а также самописцы скорости, высоты и перегрузок типа КЗ-63 (царапанием по эмульсионному слою киноплёнки).

Продолжительность работы (по запасу ленты): К2-713М \approx 2, 4, 6 ч (завод часового механизма примерно 18 ч), К2-717 примерно 3ч 20 мин, У КЗ-63 запас ленты рассчитан на 20-25 ч полета, вращение с помощью электродвигателя.

Регистратор с оптическим способом записи параметров (типа САРПП-12), состоит из накопителя информации типа К12-51, светолучевого магнитоэлектрического осциллографа, согласующего устройства для нормализации записываемых параметров, потенциометрических и электромагнитных датчиков параметров. Запись ведется на фотоплёнку шириной 35 мм, помещенную в бронированный ударопрочный экран.

Регистратор САРПП-12 обеспечивает запись шести непрерывных параметров (скорость, высоту и др.) и девяти разовых команд.

Для расшифровки записей используются проекционная аппаратура типа ЭДИ-452 и проектор типа 5ПО-1.

Магнитная система регистрации режимов полета

• типа МСРП-12

состоит из лентопротяжного механизма в шаровом контейнере, кодирующего устройства, соединительного блока, распределительного щитка с блоком преобразования команд и фильтра радиопомех. Система имеет кодирующее устройство с импульсно-временной модуляцией и может записывать 12 аналоговых параметров и 12 разовых команд. Запись производится на ферромагнитную ленту шириной 6,26 мм и длиной 250 м. При этом на ленте остается информация опоследних 30 мин полета (запись ведется по двум каналам по 15 минут: по истечении 15 минут записи включается реверс и запись идет по второму каналу, также и в обратном направлении).

Параметры полета, записанные на магнитную ленту, декодируются на наземном декодирующем устройстве типа ДУМС. На земле снятая с борта лента устанавливается в лентопротяжный механизм декодирующего устройства, которое преобразует расстояния между записанными на ленте импульсами в пропорциональные напряжения. Эти напряжения подаются на осциллограф, который записывает на бумажной ленте параметру полета в виде непрерывных кривых[2].

• типа МСРП-64.

Система имеет цифровое кодирующее устройство и может записывать 48 аналоговых и 32 разовые команды. В качестве носителя информации используется магнитная лента шириной 19,05 мм и толщиной 0,055 мм. Скорость протяжки ленты составляет 2,67 мм/с. Запись информации выполняется двумя блоками головок – каждый блок содержит 14 записывающих головок, которые одновременно являются и стирающими. Продолжительность записи 25 часов. Параметры, записанные на магнитную ленту, декодируются на устройстве НДУ-8 [2].

Также существуют разработки электронных бортовых средств объективного контроля, но вопрос о их защите от внешних воздействий еще решается. Таким образом, наиболее распространенными и надежными БСОК являются магнитные, используемые как в гражданской, так и в военной авиации.

Библиографические ссылки

1. Авиационные приборы / под общ. ред. С. С. Дорофеева. М. : Воениздат, 1992.
2. Эксплуатация и ремонт авиационного оборудования. Бортовые устройства регистрации и наземные средства обработки полетных данных / М. Ф. Кондратов, Ю. М. Шевченко, В. Т. Юдин, В. П. Яцышин. СВАИУ, 1993.

© Туговиков Е. А., Сенько А. Л., 2015

УДК 621.396.96

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ «КРАБИК-БМ»

Д. С. Феоктистов, А. М. Алешечкин
Научный руководитель – А. В. Кацура

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: aleshechkin.andrej@yandex.ru

Приведен вариант реализации аппаратно-программной модернизации приемопередатчиков радионавигационного комплекса «Крабик-БМ», производимого АО «НПП «Радиосвязь» (г. Красноярск) для обеспечения морских объектов.

Ключевые слова: радионавигационная система, модернизация, приемопередатчик.

IMPROVEMENT OF THE HARDWARE AND SOFTWARE OF «KRABIK-BM» TRANSCEIVERS

D. S. Feoktistov, A. M. Aleshechkin
Scientific supervisor – A. V. Kacura

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: aleshechkin.andrej@yandex.ru

There is a variant of the modernization of the radio navigation system “Krabik-BM” transceivers, produced by “Radiosvyaz” (Krasnoyarsk) for offshore facilities.

Keywords: radio navigation system, modernization, transceiver.

Длительное время Институтом инженерной физики и радиоэлектроники СФУ и АО «НПП «Радиосвязь» проводятся совместные работы в области создания наземных радионавигационных систем (РНС). В результате таких работ в настоящее время АО «НПП «Радиосвязь» осуществляет серийный выпуск РНС ближней навигации «Крабик-БМ». Данная РНС является морской фазовой радионавигационной системой УВЧ-диапазона, предназначенной для высокоточной геодезической координатной привязки подвижных и стационарных надводных объектов [1].

Сегодня в целях повышения конкурентоспособности возникла задача по модернизации аппаратного и программного обеспечения РНС «Крабик-БМ». Необходимость осуществления модернизации является следствием ряда причин:

- высокая себестоимость комплектующих изделия;
- использование устаревших технологий и элементной базы, которую стало практически невозможно приобретать вследствие прекращения выпуска;
- слабые возможности интеграция с современными внешними устройствами, используемыми для вывода навигационной информации и повышения точности определения места объектов;
- необходимость использования возросших возможностей современных операционных систем и вычислительной техники для повышения уровня удобства использования программного обеспечения и расширения его сервисных и функциональных возможностей.

В настоящее время конструктивное исполнение одного приемопередатчика (ППРД) представляет собой совокупность съемных блоков: блок приемника (ПРМ), блок устройства цифровой обработки (УЦО), блок передатчика (ПРД), а также блока питания, включающего в себя усилитель мощности и антенный коммутатор. Каждый из блоков выполнен на отдельной плате, что в значительной степени сказывается на результирующих массогабаритных показателях ППРД [2; 3].

Осуществление модернизации аппаратной части РНС «Крабик-БМ» имеет несколько возможных направлений, наиболее перспективным среди которых можно считать использование систем на кристалле (СнК), например, Zynq-7000 фирмы Xilinx. При этом ППРД будет представлять собой единый блок, центром которого будет данная СнК. Функции вычислителя будут выполняться процессорной частью системы, а вся программная логика блоков ПРМ, УЦО, ПРД будет перенесена и доработана под конкретную логику Zynq-7000.

Бесспорно, отказ от комбинированного решения из нескольких устаревших ПЛИС и вычислителя и их замена представителем семейства Zynq-7000, содержащего экономичную логику FPGA Artix-7, например, серии Z-7020, приведет к существенному снижению себестоимости РНС. Возможностей СнК данной серии с избытком хватит для осуществления всех функций управления и обработки сигналов, возложенных на унифицированные ППРД РНС.

Использование современных операционных систем и их программных возможностей, адаптированных под СнК Zynq-7000, открывает большие возможности по сопряжению и высокоскоростному обмену данными с внешними устройствами.

Параллельно авторами выполняется разработка новой версии программного обеспечения вторичной обработки информации для корабельных станций данной РНС, которое будет функционировать под управлением операционной системы Windows XP/7. Написание данной программы ведется в кроссплатформенной среде программирования Qt, что обеспечивает ее использование и под управлением других операционных систем, например, Linux или Android, при этом требуется только перекомпиляции исходного кода. В дальнейшем эта особенность позволит отказаться от использования операционной системы Windows и перейти к работе в среде операционных систем с открытым исходным кодом.

Предложенная перестройка архитектуры аппаратной части ППРД РНС «Крабик-БМ», а также разработка и переход на новое программное обеспечение БС позволят расширить функциональные возможности РНС и разрешить вопросы, поставленные при модернизации комплекса.

Библиографические ссылки

1. Алешечкин А. М., Феоктистов Д. С. Использование морской радионавигационной системы «Крабик» для координатного обеспечения наземных объектов // Решетневские чтения : материалы XVII Междунар. науч. конф. : в 2 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2013. Ч. 1. С. 157–159.
2. Агафонников А. М. Фазовые радиогеодезические системы для морских исследований. М. : Наука, 1979. 164 с.
3. Калачев А. Многоядерная конфигурируемая вычислительная платформа Zynq-7000 // Современная электроника, 2013. № 1. С. 22–31.

© Феоктистов Д. С., Алешечкин А. М., 2015

УДК 656.7.022; 656.7.05

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОПЕРАТИВНОГО ОБНОВЛЕНИЯ АЭРОНАВИГАЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ

П. О. Фирер, С. М. Шинкевич
Научный руководитель – А. Р. Акзигитов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Рассматриваются оценка возможности оперативного обновления бортовых баз аэронавигационных данных и данных рельефа местности по ЛПД в КВ и УКВ диапазонах радиоволн, а также в системах спутниковой связи.

Ключевые слова: аэронавигация, базы данных.

THE DEVELOPMENT OF TIMELY UPGRADE METHODS FOR THE AIR NAVIGATION DATABASES.

P. O. Firer, S. M. Shinkevich
Scientific supervisor – A. R. Akzigitov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The article deals with assessment of capability for timely upgrade of the on-board air-navigation and local topography databases by using the data link in shortwave and ultra-shortwave bands and in satellite communication systems.

Keywords: navigation, database.

В настоящее время в связи с бурным развитием цифровых технологий и внедрении их в авиацию появляется всё больше возможностей повысить безопасность полётов [1–3].

Спутниковые GPS-приёмники довольно прочно обосновались на воздушных судах. Все те российские воздушные суда гражданской авиации, которые выполняют полёты на международных авиалиниях, используют стационарные GPS-приёмники. Так, к примеру, авиакомпания использует приёмники GPS таких производителей как «Trimble», «Honeywell», «Garmin», «Litton».

Использование спутниковых навигационных систем (СНС) облегчает навигацию воздушных судов на маршруте, а в последнее время появилась аппаратура, обеспечивающая координированный заход на посадку.

Но в то же время появилась проблема повышенного доверия к СНС, а также отсутствия навыков с некоторыми GPS-приёмниками в связи с их сложностью управления: «При наличии СНС на борту экипажи воздушных судов становятся смелее и при наличии ограниченной видимости продолжают полёт, иногда несанкционированно спрямляют маршрут, не зная безопасной высоты, и даже пытаются выполнить заход на посадку. Несмотря на многочисленные требования и указания, экипажи продолжают проявлять полное доверие этой навигационной единице». И этому есть масса примеров. Катастрофа вертолёта Ми-2 29 ноября 2001 г. На маршруте Валёк-Пилятка (полёт экипажа с нарушением метеоминимума); авиапроисшествие в августе 2002 г. В Приморской крае (экипаж ошибочно ввёл данные торца ВПП) и т. д.

Экипажам действительно удобно работать с GPS-приёмниками, а высокое доверие к этим системам говорит о необходимости их дальнейшего совершенствования. К сожалению, существующие GPS-приёмники, которые отвечают необходимым требованиям, достаточно дороги, чтобы их могли

устанавливать на свои воздушные суда развивающиеся авиакомпания. А обеспечивать безопасность полётов на высшем уровне необходимо уже сейчас [4; 5].

Ко всему прочему постоянно ужесточаются требования к качеству работы навигационных систем. Непрерывный рост объёмов авиаперевозок предъявляет постоянно возрастающие требования к пропускной способности воздушного пространства и обуславливает необходимость его оптимального использования. Эти факторы, в том числе возможность обеспечения эксплуатации за счёт использования спрямлённых маршрутов, а также повышенная точность современных навигационных систем, предопределили появление концепции RNP (Required Navigation Performance), то есть требуемые навигационные характеристики. Определены четыре типа RNP при маршрутных полётах: RNP1 соответствует половине полосы, внутри которой с вероятностью 95 % должно оставаться воздушное судно, в 1,85 км (1 морская миля), RNP4 – в 7,4 км (4 морских миль), RNP12,6 – в 23,3 км (12,6 морских миль), RNP20 – в 37,0 км (20 морских миль).

Помимо спутниковых навигационных систем на воздушных лайнерах последнего поколения для безопасной точной навигации используются вычислительные системы самолётовождения, а также системы раннего предупреждения близости земли.

Вычислительная система самолётовождения (ВСС на отечественных воздушных судах, FMS/FMC – на зарубежных) воздушных судов последнего поколения является основной системой для осуществления координированного полёта в комплексе с инерциальной навигационной системой и спутниковой навигационной системой. ВСС на современных отечественных самолётах (таких как Ил-96-300, Ту-214, Ту-204-300, Ан-148 и др.) в комплексе с ИНС и СНС обеспечивает достаточно точное вождение ВС, чтобы удовлетворять требованиям ICAO RNP по зональной навигации [6; 7].

Система раннего предупреждения близости земли (СРПБЗ на отечественных воздушных судах, EGPWS – на зарубежных) – это логичное развитие системы сигнализации опасности столкновения с землей (ССОС). СРПБЗ является обязательной системой, устанавливаемой на воздушные суда для осуществления наблюдения за подстилающей поверхностью земли и предупреждения столкновения с искусственными препятствиями в районе аэропортов, а также с другими возвышениями природного образования.

С точки зрения технической эксплуатации таких систем как ВСС, СНС и СРПБЗ их объединяет одна особенность: наличие базы данных. Данные, записываемые в базы данных этих систем постоянно изменяются, а соответственно должны своевременно обновляться сами базы данных. Конечно, для разных типов баз данных установлены разные сроки их обновления, так как, скажем, природный рельеф поверхности земли изменяется не так быстро, как искусственные препятствия в районе аэропортов, которыми могут служить строительные краны, осветительные вышки, радиомаяки и др. Но сама необходимость производить обновление баз данных в этих системах становится настоящей проблемой для персонала, эксплуатирующего авиационную технику. Причиной тому служит разнообразное расписание движения воздушных судов (для отдельно взятой авиакомпании), составленное для удовлетворения нужд потребителя, которому необходимо перемещаться из любой точки мира в любую точку мира. Специфичность работ по обновлению этих систем и не совпадение периодичности их проведения с основными видами регламентных работ по обслуживанию воздушного судна не всегда позволяет обеспечить возможность проведения этой работы (обновление баз данных) в любом месте, где окажется воздушное судно.

Для зарубежных магистральных самолётов фирм Boeing и Airbus фирмой Jeppesen (она же Boeing) производит совершенно новую систему – электронный бортовой портфель EFB (Electronic Flight Bag), который помимо множества функций также имеет несколько типов баз данных (навигационные данные, руководство по технической эксплуатации ВС, а также руководство по лётной эксплуатации ВС). Но пока такая система является необязательной, к СНС не привязана, как ВСС и СРПБЗ, и обновление баз данных, соответственно, не регламентировано. Такая система заслуживает отдельного внимания и поэтому в данной работе рассматриваться не будет.

В связи с тем, что на ВС последнего поколения ВСС выполняет функции штурмана, в состав экипажа штурман теперь не входит. На второго пилота накладываются дополнительные функции, такие как оперирование ВСС и СРПБЗ. Соответственно повышаются требования к квалификационному уровню экипажа.

Таким образом, благодаря увеличившейся нагрузке на экипаж ВС, создаются предпосылки к сбою в работе экипажа из-за человеческого фактора, так как обязанности штурмана по поиску, расчёту и созданию альтернативного маршрута при возникновении ситуации сложного характера технического плана или для обхода сложных метеоусловий и других ситуаций возлагаются на второго

пилота. Для успешного осуществления оперативного планирования маршрута при возникновении сложных ситуаций, а также при появлении новой информации об изменениях в аэронавигационных данных или осуществлении полёта в момент смены циклов AIRAC (каждые 28 дней ровно в 0:00 UTC) необходимо оперативно получать аэронавигационную информацию. Помимо практической необходимости оперативного снабжения бортовых систем ВС обновлённой информацией существует вероятность сбоя или появления ошибки в работе базы данных ВСС, СРПБЗ или СНС. В этом случае оперативное обновление бортовой базы данных также является важным параметром при обеспечении безопасности полётов.

Библиографические ссылки

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. / пер. с англ. М. : Вильямс, 2003. 1104 с.: ил. Парал. тит. англ.
2. Радиосистемы передачи информации : учеб. пособие для вузов / В. А. Васин, В. В. Калмыков, Ю. Н. Себекин, А. И. Сенин, И. Б. Федоров / под ред. И. Б. Федорова, В. В. Калмыкова. М. : Горячая линия – Телеком, 2005. 472 с.: ил.
3. Соловьев Ю. А. Спутниковая навигация и её приложения. М. : Эконтрендз, 2003. 326 с.: ил.
4. Гоголь В. А. Основные системы спутниковой навигации : учеб. пособие. Красноярск 2001. 84 с.
5. Кириллов В. И. Многоканальные системы передачи : учебник. 2-е изд. М.
6. Ломовицкий В. В. Основы построения систем и сетей передачи данных. М.
7. Беспроводные линии связи и сети. М. : Вильямс, 2003.

© Фирер П. О., Шинкевич С. М., 2015

УДК 621.31

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ МАШИН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

Е. Д. Шемелев, М. А. Трушин
Научный руководитель – Н. В. Юрковец

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Исследованы основные режимы работы синхронных машин (режим под нагрузкой, и опыт короткого замыкания) и предложена система защиты.

Ключевые слова: авиация, синхронные машины, обслуживание.

INVESTIGATION OF OPERATION OF SYNCHRONOUS MACHINES UNDER DIFFERENT OPERATING MODES

E. D. Shemelev, M. A. Trushin
Scientific supervisor – N. V. Yurkovets

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The basic modes of operation of synchronous machines (mode under load, and experience a short circuit) and a proposed security system.

Keywords: aviation, synchronous machines, service.

Усовершенствование системы защиты – вот основная цель нашей работы, ведь только благодаря надежной и безотказной системе защиты в авиации процент неисправности синхронных машин можно свести к нулю [1].

Особый контроль над данной системой необходим в авиации. Ведь все прекрасно понимают, что самолет – это транспорт совершенно другого уровня. В отличие от поезда и машины, которых можно остановить при обнаружении неполадок, в летательном аппарате зачастую такое просто не возможно. Наземный транспорт также может подождать, когда устранят все сбои и ошибки, а вот самолет, совершающий рейс, не может похвастаться тем же. Любая неточность в системе может сыграть ключевую роль в последующей катастрофе! Поэтому люди должны обеспечить безопасность пассажиров всеми известными способами, а также использовать и разрабатывать все новые и новые. Потому как самолеты все еще продолжают падать, значит, наша система является несовершенной и требует различных доработок, ведь на борту находятся множество жизней, которыми нельзя рисковать [2].

В данной работе мы рассмотрим два наиболее важных режима: режим под нагрузкой, и опыт короткого замыкания. Мы не рассматриваем режим короткого замыкания в связи с тем, что само короткое замыкание – это явление внезапное и протекает за доли секунд. А в опыте короткого замыкания мы можем создать условия очень близкие к непосредственно самому короткому замыканию.

При сравнении 2-х режимов видно, что в режиме под нагрузкой мы получим более эффективную синхронную машину в качестве выдаваемых значений. В данном режиме мы можем вывести показатели мощности на самый максимальный уровень при относительно средних показателях токов. При такой работе можно получать очень хорошие машины для работы на производстве. На подстанциях, таких как гидроэлектростанции, электростанции и т. д. можно получать очень хорошую мощность от таких машин, соответственно будет очень большая выгода для спроса такого производства. И в финансовом плане продажа электроэнергии от таких машин будет очень выгодна, при сравнительно небольших затратах на покупку таких машин.

В опыте короткого замыкания мы не добьемся таких хороших показателей выдаваемой мощности, а токи подводимые к таким машинам будут слишком высоки и опасны как для человека, так и для машины. Из-за чего опасность пробоя или короткого замыкания в разы увеличивается. Ни с экономической точки зрения, ни с точки зрения безопасности для человека данный режим не выгоден. Из-за того, что выдавать максимальных значений данная машина не будет, а выходить из строя или вообще приходиться в негодность будет слишком частою.

Хоть режим под нагрузкой и очень выгоден как с экономической, так и с производственной точки зрения, но не стоит забывать, что при такой высокой мощности, которую мы получим в таком режиме, данные машины не будут выходить из строя или приходиться в негодность.

Кроме плановых и периодических технических обслуживаний по предотвращению всевозможных неисправностей мы предлагаем некоторые системы защиты, наиболее эффективные и высоко экономичные для эксплуатационников.

Таким образом, проанализировав режимы работы синхронной машины, мы предлагаем устанавливать на них дифференциальную защиту. Эта защита выгодна как с экономической, так и с безопасной точки зрения. Мы также предлагаем пути по ее усовершенствованию и уменьшению риска отказов данной системы.

В качестве генераторов синхронные машины в авиации получили очень большое распространение. По принципу действия авиационные генераторы одинаковы с наземными генераторами промышленного типа, но они существенно отличаются от последних конструктивным выполнением, а также механическими, электрическими, магнитными и тепловыми характеристиками [3].

К авиационным генераторам предъявляются более жесткие требования, в части надежности и безотказности в работе, габаритов и массы, прочности механической, электрической и химической стойкости, удобству и безопасности в обслуживании, взрыво- и пожаробезопасности, стабильности работы при изменении параметров окружающей среды (давления, температуры, влажности), независимости работы от положения в пространстве, отсутствия влияния на работу радиооборудования.

Для уменьшения веса самолетные генераторы выполняют с большей степенью использования конструктивных материалов и допускают, по сравнению с наземными генераторами, повышенные скорости вращения, значительно большие плотности токов в обмотках и под щетками, более высокую рабочую температуру [4; 5].

Чтобы соблюдать все вышеперечисленные требования, предъявляемые к синхронным генераторам необходимо поддерживать систему защиты на достаточно высоком уровне. С учетом нынешнего положения это является одной из наиболее значимых и главных задач в гражданской авиации. Так как именно от уровня надежности системы защиты зависит большое количество человеческих жизней.

Библиографические ссылки

1. Виртуальная авиационная энциклопедия. URL: <http://www.airwiki.org> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Бортовая система электроснабжения летательных аппаратов. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Синдеев И. М., Савелов А. А. Системы электроснабжения воздушных судов : учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Транспорт, 1990. 296 с.
4. Тимофеев Ю. М. Электрооборудование самолета ТУ-154 : метод. указания. СПб., 2000. 38 с.
5. Савелов А. А. Устройства электроснабжения воздушных судов. 1990.

© Шемелев Е. Д., Трушин М. А., 2015

УДК 656.7.022; 656.7.05

РАЗРАБОТКА БОРТОВОГО, ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ НАКЛОННОЙ ДАЛЬНОСТИ

Е. Д. Шемелев, М. А. Трушин
Научный руководитель – А. Р. Акзигитов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Авиационная (воздушная) навигация – это раздел навигации, в котором рассматривается вождение воздушных судов (ВС) типа самолетов и вертолетов из одной точки земной поверхности в другую по определенным пространственно-временным траекториям. На каждом этапе полета используют определенную группу радиотехнического оборудования и выполняют строго регламентированные действия экипажа и диспетчерского состава. Таких групп оборудования довольно много [1].

Ключевые слова: навигация, измерение дальности, обслуживание.

DEVELOPMENT OF ON-BOARD, DIGITAL DEVICE MEASUREMENT OF THE SLANT RANGE

E. D. Shemelev, M. A. Trushin
Scientific supervisor – A. R. Akzigitov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Aviation (Air) navigation – a navigation section, which deals with driving aircrafts (AC) type of aircraft and helicopters from one point of the earth's surface to the other in certain spatio-temporal trajectories. At each stage of the flight using a specific group of radio equipment and perform strictly regulated actions of the crew and traffic control. Group of such equipment quite a lot [1].

Keywords: navigation, lemetry service.

Рассмотрим радиотехнические системы ближней навигации РСБН. В частности мы рассмотрим канал измерения наклонной дальности данной аппаратуры.

Цифровое устройство измерения наклонной дальности, позволит получать высокоточные данные, и автоматизирует передачу этих данных другим системам самолета, вывод на цифровое табло индикации, а также существенно упростит бортовую аппаратуру РСБН.

Данное устройство будет работать в комплексе аппаратуры РСБН, от качественной работы которой зависит точность определения навигационных параметров воздушного судна. Так как, от работы данной аппаратуры зависят человеческие жизни, то требования по надежности и качеству предъявляемые к ней очень высоки. Это накладывает особую ответственность на разработчика [2].

Необходимо учесть, что существующие образцы радионавигационных средств устаревают и разработка, выполнение их на новой элементной базе существенно повысит их качество и надежность. Данная разработка будет востребована в современном самолетостроении [7].

В связи с вышеизложенным, необходимо разработать новое, современное, цифровое устройство измерения наклонной дальности РСБН, которое будет устанавливаться на борту современных самолетов. Для этого будет использоваться самая современная цифровая микроэлектроника.

Для решения задач уменьшения габаритных размеров блоков РЭО, повышения их надежности при эксплуатации, многие элементы схем блоков выполняются в микромодульном исполнении, методом напыления и т. д.

Специальные меры принимаются для обеспечения нормальной работы радиоэлектронного оборудования в условиях повышенных и пониженных температур, давления и влажности [5].

Еще одним элементом повышения качества работы устройства измерения наклонной дальности, является разработка новых современных алгоритмов и методов измерения расстояний.

Быстро развивающийся технический прогресс предлагает новые, все более интегрированные изделия. Увеличение интеграции позволяет уменьшить общее количество радиоэлементов в изделии, что напрямую влияет на важнейшие показатели проектируемого изделия, такие как надежность, гибкость, себестоимость, энергопотребление, габариты [3].

Основное, что необходимо при выполнении данной работы:

- 1) повысить точность определения координат;
- 2) увеличить эффективную дальность действия комплекса РСБН и пропускную способность наземных средств по количеству самолетов;
- 3) аппаратура является бортовой со всеми вытекающими последствиями, т. е. напряжение питания бортовой сети с минимальным потреблением по току и минимальные массогабаритные характеристики;
- 4) повысить надежность данной аппаратуры, так как аппаратура подвергается жестким условиям эксплуатации и от ее работоспособности напрямую зависят человеческие жизни [4].

Данное устройство будет эксплуатироваться в очень жестких условиях. В связи с тем, что оборудование устанавливается на ЛА, оно будет подвергаться воздействию вибраций, ускорений, ударов, перепаду температуры и давления, а также влажности. Все это может вызвать стандартные отказы радиоэлектронной аппаратуры.

Наземное оборудование РСБН является возимым на транспортной базе и соответственно подвергается всем воздействиям, влияющим на аппаратуру установленную, на шасси. Также оборудование РСБН разрабатывалось для работы в различных климатических зонах. Может сильно сказаться такое атмосферное явление как гроза в связи с чем необходимо по возможности обезопасить оборудование с помощью грозоразрядников.

При разработке мы выбрали самые современные и надежные комплектующие изделия, что в значительной степени повысит отказоустойчивость изделия.

Оборудование должно быть не дорогим и быстро восстанавливаемым [7].

Чтобы получить систему РСБН с лучшими эксплуатационными характеристиками необходимо существенно переработать некоторые входящие в нее блоки. Возможно, перевести данные блоки на новую элементную базу и разработать новые подходы в методике измерений необходимых параметров.

Необходимо учесть, что существующие образцы радионавигационных средств устаревают и разработка, выполнение их на новой элементной базе существенно повысит их качество и надежность [6].

Библиографические ссылки

- 1 Щербаков Н. Н. Авиационное бортовое и наземное радиотехническое оборудование обеспечения полетов и УВД : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Минск, 1997. 215 с.
- 2 Бычков С. И. и др. Радиотехнические системы предупреждения столкновений самолетов. М. : Сов. радио, 1977.
- 3 Олянюк П. В., Астыфьев Г. П., Грачев В. В. Радионавигационные устройства и системы гражданской авиации. М. : Транспорт, 1983.
- 4 Воробьев В. Г. и др. Авиационные приборы и измерительные системы. М. : Транспорт, 1981.
- 5 Ерофеев Ю. Н. Импульсная техника : учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов. М. : Высш. шк., 1984.
- 6 Кауфман М., Сидман А. Практическое руководство по расчетам схем в электронике. Т. 2. М. : Энергоатомиздат, 1993. 287 с.
- 7 Завизион Н. Н. Надёжность авиационного радиоэлектронного оборудования : метод. пособие Минск, 2006.

УДК 338.246

ПРОБЛЕМА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ НА ВОЗДУШНОМ СУДНЕ CESSNA 208B

В. В. Юдин, В. Н. Гейман
Научный руководитель – В. М. Мусонов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

Проблема поиска неисправности на ВС иностранного производства в условиях конкуренции на рынке услуг авиационной перевозки весьма актуальна и вызывает необходимость создавать подобные конференции, публикации для того, чтобы эксплуатанты могли делиться опытом и обеспечить безопасность полётов.

Ключевые слова: cessna 208b, неисправности, техническое обслуживание.

CHALLENGE OF TROUBLESHOOTING ON AIRPLANE CESSNA 208B

V. V. Yudin, V. N. Geyman
Scientific supervisor – V. M. Musonov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: pnk-sibsau@mail.ru

The troubleshooting on foreign aircraft is topical issues on the competitive market of air transport service. It makes necessary to arrange conferences, publications to operators can share experience and secure flight safety.

Keywords: cessna 208b, failure, maintenance.

Воздушное судно «Cessna 208B» – американский лёгкий одномоторный турбовинтовой самолёт общего назначения с неубирающимся шасси. Выпускается компанией «Cessna» с 1984 года в различных модификациях (пассажирские, грузопассажирские, грузовые, самолёт-амфибия). Используется на авиалиниях малой протяжённости. Максимальная дальность полёта примерно 1 797 км, что в идеале по прямой данное ВС может перелететь от Красноярска до Сургута.

Для России данный тип ВС является довольно таки новым и его освоение в отличие от Европы и США идет не такими быстрыми темпами. Мы привыкли, что в России в большинстве преобладает крупная коммерческая авиация вместимостью от 100 человек и выше.

Основными эксплуатантами имеющими сертификат на Cessna 208B являются, помимо нашей компании, по данным Росавиации: Аэрогео, КрасАвиа, «Авиационная компания «ПАНХ». К сожалению на данный момент отсутствует СЭ у «АК БАРС АЭРО» (в лизинге порядка 15 ВС данного типа) и неизвестна судьба с самолётами Cessna 208B «ТомскАвиа».

Наша компания уже три года как успешно эксплуатирует Cessna 208B и за всё это время были выявлены и устранены три основных дефекта: неисправность обогрева датчика критического угла атаки, неисправность блока КТА-810 – бортовая система предупреждения столкновений и отсутствие записи в расшифровке бортового самописца о положении закрылков, или попросту говоря, расшифровка выдаёт нулевое положение закрылков. Именно на последнюю неисправность хотелось бы акцентировать внимание и остановиться подробнее, т.к. предыдущие две неисправности были обнаружены сразу и устранены путём замены выше сказанных агрегатов.

Гораздо сложнее, было найти причину третьей неисправности, а именно найти тот канал по которому поступает сигнал на бортовой самописец FA2100 от датчика положения закрылков. Первое с чего была начата работа – это просмотр раздела под названием Troubleshooting (поиск неисправности). К сожалению ответ на проблему найти не удалось. Проведено исследование электросхем

согласно трем руководствам по ТО: Aircraft Maintenance Manual Cessna208B, Maintenance Manual G1000 и Maintenance Manual бортового самописца FA2100. За основу была взята электрическая схема по планеру, чтобы выяснить взаимосвязь между датчиком положения закрылков и бортовым самописцем ТК № 31-31-01 [1]. Затем руководство по ТО системы G1000 [2]. Всё сводилось к блоку GEA71, блок контроля работы двигателя и систем самолета который отвечает за получение и обработку сигналов от всех датчиков двигателя и систем самолета. Он подключен к измерительным датчикам температуры головок цилиндров, датчикам температуры выхлопных газов, частоты вращения двигателя, расхода топлива и к системе измерения уровня топлива. Данный блок передает обработанную информацию в блок GIA 63W [3] (выполняют функцию единого коммуникационного узла, обеспечивающего связь между всеми остальными периферийными частями системы и дисплеями). Блок GEA71 нашими специалистами признан исправным на том основании, что он только лишь передает все необходимые параметрические данные через блок GIA 63W на основной и многофункциональные дисплеи PFD и MFD, и отсутствует светосигнальное оповещение о неисправности блока GEA71. Это привело к тому, что нужно было искать ответ на наш вопрос в других разделах, четко выстроить цепочку связи, начиная от закрылков и заканчивая бортовым самописцем.

Согласно разделу «описание» в ТК 31-31-00, полётная информация о положении закрылков на самописец попадает следующим образом: информация от датчика положения закрылков поступает на блок GEA71, далее на интегрированный блок авионики 1 и 2 (IAU), затем на устройство сбора данных (DCU), на блок ARNIC717 и, в конечном счёте, на регистратор полётной информации.

Датчиком положения закрылков в системе самолёта Cessna 208B является потенциометр (RC300). С него и начался поэтапный поиск нашей неисправности. Сняв обшивку потолка, для того чтобы увидеть потенциометр и проверить целостность цепи электропроводки, мы визуально ничего подозрительного не обнаружили, сам потенциометр находился в труднодоступном положении и для удобства было решено выпустить закрылки на одну отметку. И, как оказалось, мы нашли дефект, но не в электропроводке, а в механике – наконечник самого потенциометра и наконечник тяги закрылков оказались незакрепленными между собой стяжной гайкой (тандером). После устранения видимого дефекта, контрольного опробования выпуска и уборки закрылков, было произведено повторное списывание полётной информации, после расшифровки которой, мы окончательно убедились, что дефект устранен.

Подводя итоги, хочу сказать следующее, что первой проблемой в поиске неисправности является безусловно отсутствие опыта, нежелание делиться информацией из-за конкурентной борьбы между авиакомпаниями, когда на первом месте стоит прибыль и выгода, на втором безопасность полётов. Второй проблемой я бы обозначил – несогласованность в создании руководств по ТО между компаниями Cessna Co., Garmin Co. и L3 (выпускающие бортовые самописцы), нет связи в принципиальных схемах м/у оборудованиями. Третья проблема – нежелание эксплуатантов отчитываться о своих дефектах перед производителями того или иного агрегата, оборудования, планера или двигателя. Как показывает практика, благодаря предоставленной информации от эксплуатантов о дефектах, производители в дальнейшем выпускают либо информационные письма, либо сервисные бюллетени, либо вносят изменения в руководство по техническому обслуживанию для того, чтобы обеспечить безопасность эксплуатации ВС. Наконец, последняя проблема – это отсутствие в пунктах периодического технического обслуживания процедуры осмотра тяг потенциометра и его составляющих на момент затяжки тандера.

Библиографические ссылки

1. Wiring Diagram Manual Cessna 208. Ред. 28 от 01.09.2015 г.
2. G1000 Caravan Line Maintenance Manual. Ред. D от 01.07.2010 г.
3. Garmin G1000 Pilot's Guide for the Cessna Caravan. Ред. A от 01.01.2010 г.

УДК 504.062.4

**ВЛИЯНИЕ ОМАГНИЧИВАНИЯ НА ПРОЦЕСС КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ
В КИСЛОЙ СРЕДЕ**

П. С. Гапенко

Научные руководители – В. А. Миронова, М. В. Чижевская, Л. А. Герасимова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Работа освещает вопросы, касающиеся магнитной обработки кислых водных систем, контактирующих с металлами. Проведены исследования, определяющие влияние омагничивания на процесс коррозии железа и алюминия и предложено использовать этот метод для замедления коррозионных процессов.

Ключевые слова: магнитная обработка, омагничивание, кислая среда, щелочная среда, коррозия, магнитное поле, железо, алюминий.

**OMAGNICHIVANIYA'S INFLUENCE ON PROCESS OF CORROSION
OF METALS IN THE SOUR ENVIRONMENT**

P. S. Gapenko

Scientific supervisors – V. A. Mironova, M. V. Chizhevskaya, L. A. Gerasimova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Work takes up the questions concerning magnetic processing of the sour water systems contacting to metals. The researches defining influence of an omagnichivaniye on process of corrosion of iron and aluminum are conducted and it is offered to use this method for delay of corrosion processes.

Keywords: magnetic processing, omagnichivaniye, sour environment, alkaline environment, corrosion, magnetic field, iron, aluminum.

Механизмы влияния магнитного поля на скорость коррозии остаются до конца невыясненными. Коррозионная неустойчивость металлов определяется тем, что в жидкой или газообразной внешней среде металлическое состояние термодинамически неустойчиво, поэтому большинство металлов стремится перейти из металлического состояния в ионное [1]. Можно выделить основные факторы, влияющие на этот переход. Изменяются свойства электролита. Необходимо отметить, что вода с растворенными в ней элементами является жидкостью, структурируемой различными воздействиями, в частности, магнитным полем. В результате электролит в присутствии магнитного поля меняет свои свойства. Установлено [2], что коррозионное действие концентрированных растворов различных кислот на металлы можно регулировать предварительной магнитной обработкой этих растворов. Причем, величина эффекта зависит от концентрации кислоты и природы металла [3].

Целью работы стало исследование влияние магнитной обработки на коррозионные процессы в среде электролита.

В качестве объектов выбрали разбавленный раствор соляной кислоты, в который помещали железные гвозди и алюминиевые заклепки.

Выдерживали определенное время в омагниченном и неомагниченном растворах указанных кислот. Раствор HCl пропускали через зазор постоянного магнита напряженностью 8000 эрстед (индукция 0,8 Тл). Через 5, 20, 30 минут определяли концентрацию кислоты титриметрическим методом по стандартной методике [4]. Были получены результаты, которые представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Железо 7,3 г/л – исходная конц. HCl

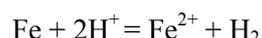
№ образца	Простая проба			Омагниченная проба			
	Вес, г	Концентрация HCl, г/л			Концентрация HCl, г/л		
		Время, мин.			Время, мин.		
	5	20	30	5	20	30	
1 – 0,67	2,9	3,7	3,7	5,6	5,4	5,6	
2 – 0,69	2,9	3,4	4,4	5,1	5,9	5,4	
3 – 0,70	2,4	3,2	4,0	4,9	5,3	5,6	
4 – 0,73	2,7	3,3	4,4	4,7	5,5	4,9	
5 – 0,74	2,2	3,1	4,6	4,7	4,8	5,2	
Сред. значение	2,6	3,3	4,0	5,0	5,2	5,3	

Таблица 2

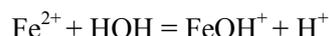
Алюминий 7,3 г/л – исходная конц. HCl

№ образца	Простая проба			Омагниченная проба			
	Вес, г	Концентрация HCl, г/л			Концентрация HCl, г/л		
		Время, мин.			Время, мин.		
	5	20	30	5	20	30	
1 – 0,93	5,8	5,7	4,6	6,4	6,0	5,8	
2 – 0,94	5,8	5,1	4,7	6,1	6,2	6,0	
3 – 0,96	5,9	5,3	4,3	6,4	6,3	5,9	
4 – 0,96	6,0	5,0	4,5	6,3	5,9	5,7	
5 – 0,98	6,3	5,4	4,1	6,0	6,4	5,9	
Сред. значение	6,0	5,3	4,4	6,2	6,1	5,9	

Концентрация кислоты при выдерживании в ней железа в простых и омагниченных пробах увеличивается, а в случае алюминия в таких же условиях уменьшается. Это можно объяснить следующим. Железо взаимодействует с раствором кислоты по уравнению:

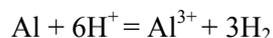


Образующиеся ионы в незначительной степени гидролизуются:



То есть увеличивается концентрация ионов водорода и повышается кислотность.

Алюминий также подвергается химической коррозии по уравнению



Но в отличие от железа алюминий является хорошим комплексообразователем: в растворе присутствуют комплексные ионы и гидролиз практически отсутствует, значит кислотность понижается.

Заключение

1. Наглядно просматривается тенденция уменьшения коррозии после магнитной обработки как у железа, так и у алюминия. Можно сделать следующее предположение. Как известно, металлы в растворах электролитов подвергаются не только химической, но и электрохимической коррозии, скорость которой зависит от концентрации кислорода. После омагничивания раствора кислоты концентрация кислорода понижается и соответственно замедляется переход металлов в ионное состояние.

2. Магнитная обработка влияет на скорость коррозии железа и алюминия в кислых растворах.

3. Замедление электрохимической коррозии указанных металлов можно объяснить понижением концентрации растворенного кислорода в воде после магнитной обработки.

4. Возможно применение омагничивания воды для снижения коррозии и увеличения защитного действия конструкций, деталей из сплавов, содержащих железо, алюминий, например, АМгб,

Д16Т, 30ХГСА, ЧН 15Д7 за счет снижения концентрации растворенного кислорода как в воде, так и в кислых растворах.

5. Подбор оптимальных режимов магнитной обработки: напряженности магнитного поля, времени воздействия, температуры, т. е. сочетание различных факторов может способствовать более эффективному замедлению коррозионных процессов металлов.

6. Уменьшение коррозии наземных, подземных конструкций, деталей после контакта с магнитным полем приводит к снижению концентрации ионов металлов и соответственно продуктов коррозии в водоемах, почвенных водах и других объектах окружающей среды.

Библиографические ссылки

1. Худяков М. А., Алтынова Р. Р. Влияние постоянного магнитного поля на циклическую трещиностойкость и коррозионную стойкость стали 17Г1С // Нефтегазовое дело. 2006. Т. 4. № 1.
2. Классен В. И. Вода и магнит. М. : Наука, 1973. 111 с.
3. Акимов Г. В. Теория и методы исследования коррозии металлов / Изд-во академии наук СССР. М. ; Л., 1945.
4. Цитович И. К. Аналитическая химия. М. : Колос, 1982. 496 с.

© Гапенко П. С., 2015

УДК 57.087.1, 574.21

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ЗИМНИХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОЙ УРБОЭКОСИСТЕМЫ

П. С. Гапенко, А. С. Щеглова, Ю. В. Межова
Научный руководитель – Л. А. Герасимова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: iesibsau@mail.ru

Поднимается вопрос о возможности своевременного и предварительного мониторинга качественных характеристик почвы путем дешевого, краткосрочного и показательного способа – биоиндикации растений. Для выявления степени загрязнённости был использован метод биотестирования образцов снега (талой воды) города Красноярска при помощи семян кресс-салата. Исследовали влияние почвенных характеристик на процесс всхожести семян кресс-салата. Было выявлено, как подействует на процесс всхожести семян кресс-салата талая вода. Также была поставлена задача узнать концентрации загрязнения снега, и их воздействие на всхожесть семян кресс-салата.

Ключевые слова: биоиндикация, снег, всхожесть, кресс-салат.

BIO-TESTING OF WINTER PRECIPITATION ON THE TERRITORY OF KRASNOYARSK URBAN ECOSYSTEM

P. S. Gapenko, A. S. Shcheglova, Yu. V. Mezkhova
Scientific supervisor – L. A. Gerasimova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: iesibsau@mail.ru

In this work the question of possibility of timely and preliminary monitoring of qualitative characteristics of the soil by a cheap, short-term and indicative way – bio-indication of plants is brought up. For identification of degree of impurity the method of biotesting of samples of snow (thawed snow) of the Krasnoyarsk city by means of garden cress seeds was used. It was investigated the influence of soil characteristics on the process of seed germination of cress. It has been revealed, what melt water effects on the process of seed germination of cress. It has been tasked to find out the concentration of contaminants in snow, and their effects on seed germination of cress.

Keywords: bio-indication, snow, seed germination, cress.

В современных условиях природная среда подвержена комбинированному техногенному загрязнению. Актуальность этой проблемы является очевидной. Помимо того, что загрязненная радионуклидами, пестицидами и другими вредными веществами почва не может воспроизвести экологически «чистые» продукты питания растительного происхождения, есть еще и большая вероятность загрязнения грунтовых вод. А значит, загрязнение почвы напрямую связано и с водным загрязнением [1; 2]. Существует множество методов определения степени загрязненности окружающей среды, но все чаще применяются методы биотестирования [3; 4].

Объектом исследования в данной работе являются образцы снега контрольных точек г. Красноярска. В качестве тест-объекта использовали семена кресс-салата.

Цель данной работы – определение степени загрязнённости талой воды путем индикации всхожести семян кресс-салата.

В качестве исследуемых точек были взяты образцы снега с территории стадиона «Локомотив» (№ 1), территории парка «Юннатов» (№ 4), территории Ленинского района (№ 2), территории «Острова отдыха» (№ 3), территории одного из районов города – Академгородка (№ 5). В качестве контрольного образца была использована обычная вода и почва, подготовленная для посадки (№ 6).

В специально купленную почву мы посадили по 40 семян кресс-салата, и каждый день поливали образцами талой воды из каждой точки. На протяжении четырех дней следили за прорастанием семян.

Сравнив результаты, полученные в данном опыте по шкале загрязненности окружающей среды, было выявлено, что наименьший уровень загрязнения из всех шести точек наблюдается в экземплярах талой воды, взятой как эталонный образец (100 % всхожести), так же в образцах с территории парка «Юннатов», с территории Академгородка (97 % всхожести), и с территории острова Отдыха (75 % всхожести). Всходы дружные, проростки крепкие, ровные.

Средний уровень загрязненности имеет образцы снега с территории Ленинского района (всхожесть – 50,3 %), с территории локомотива. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

Низкий уровень загрязненности снега на территории Академгородка и парка «Юннатов» можно объяснить тем, что данные территории находятся в непосредственной близости санитарно-защитной зоны – лесного массива, что способствует процессу естественного очищения атмосферного воздуха; отсутствием рядом с данной территорией промышленных предприятий.

Средний уровень загрязненности почвы на территории ленинского района объясняется расположением данного района в более промышленной части города, так же с развитой городской застройкой. Степень загрязненности на территории стадиона Локомотив и острова Отдыха объясняется достаточно высокой плотностью населения, так как Локомотив находится в центре города, так же близостью оживленной транспортной магистрали.

Для второго опыта были взяты чашки Петри и поместили в каждую емкость по 40 семян кресс-салата. Затем каждый день поливали образцами талой воды из каждой точки. На протяжении пяти дней следили за прорастанием семян. Для контроля взяли воду из-под крана.

Сравнив результаты, полученные в опыте № 2 по шкале загрязненности окружающей среды, было выявлено, что наименьший уровень загрязнения из всех шести точек наблюдается в экземплярах талой воды, взятой как эталонный образец (100 % всхожести), так же в образцах с территории парка «Юность», с Академгородка (91 %, 89 % всхожести соответственно). Всходы дружные, проростки крепкие, ровные.

Слабый уровень загрязненности имеет образец снега с территории Ленинского района (всхожесть – 63,3 %). Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

Снег, взятый с территории стадиона Локомотив и с территории Острова отдыха, оказался средне загрязненным (всхожесть составила около 40,5 % и 43,3 %), Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые проростки имеют уродства.

Проанализировав результаты всхожести семян из двух опытов, которые мы можем увидеть в таблице 1, было выявлено, что всхожесть семян контрольного образца не изменилась. Образцы с территории Академгородка (№ 5) и парка «Юннатов» (№ 4) также не имеют серьезных отличий по всхожести семян, обусловлено это тем, что данные территории находятся рядом с лесополосой. Образцы талой воды с территориями Локомотива (№ 1) и Ленинского района (№ 2) имеют средний уровень различия всхожести семян, что обусловлено нахождением данных территорий вблизи оживленных транспортом улиц.

Максимальное расхождение (31,5 %) по всхожести семян кресс-салата имеет образец, взятый с территории Острова отдыха (№ 3). Минимальное расхождение (1 %) имеет образец, взятый с территории Академгородка (№ 5).

Итоговая всхожесть семян по двум опытам, %

№ образца	Опыт № 1	Опыт № 2
1	43,3	40,5
2	50,3	63,3
3	75	43,3
4	97	97
5	97	96
Эталон	100	100

Проанализировав результаты, полученные вследствие опыта по нахождению концентрации вредных веществ вместе с результатами по всхожести семян, можно сделать вывод, что маленький процент всхожести семян обусловлен высокой концентрацией вредных веществ, содержащихся

в талой воде, взятой с территории стадиона Локомотив. Средний процент всхожести семян с территории Ленинского района и с территории Острова отдыха, так же обусловлен средней концентрацией вредных веществ содержащихся в снеге. Наибольшая всхожесть семян подтверждается наименьшей концентрацией вредных веществ в образцах талой воды с территорий парка «Юннатов», Академгородка.

В результате проведенных двух опытов, мы можем сделать вывод, что с помощью кресс-салата, который подвергался воздействию внешних загрязнителей, были получены индикаторные результаты видоизменений, которые проявились в малозаметной морфологической трансформации растений (задержке роста), так как семена были посажены на готовой почве с минеральными веществами и на фильтрах. Отсюда следует, что концентрация вредных осадков в снеге не столь существенна и вредна для всхожести кресс-салата.

Таким образом, проведенная работа позволила проверить степень загрязненности снега в разных районах г. Красноярска.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-16-24001.

Библиографические ссылки

1. Стадницкий Г.В. Экология. СПб. : Хим. изд., 1999.
2. Школьный экологический мониторинг / под ред. Т. Я. Ашихминой. М., 2000.
3. Методическое руководство по биотестированию воды РД 118-02-90 Утвержден Госкомприроды СССР от 06.08.1990. № 37.
4. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М. : РЭФИЯ, НИА-Природа, 2002.

© Гапенко П. С., Щеглова А. С., Межова Ю. В., 2015

УДК 504.062.4

РОССИЙСКИЙ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПОЧВ ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ

Р. В. Кондинский, А. А. Юркевич
Научные руководители – М. В. Чижевская, В. А. Миронова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Приведен результат анализа информационного материала, освещающего отечественный и международный опыт решения проблемы нефтезагрязнений почв, с использованием биологических методов.

Ключевые слова: нефтезагрязнение почв, биологическая очистка, биоремедиация.

RUSSIAN AND INTERNATIONAL EXPERIENCE IN BIOLOGICAL TREATMENT OF SOILS FROM OIL POLLUTION

R. V. Kondinsky, A. A. Yurkevich
Scientific supervisors – M. V. Chizhevskaya, V. A. Mironova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

The abstract includes analysis of the information provided by domestic and international experience in biological treatment of soils contaminated with petroleum products.

Keywords: oil pollution of soils, biological treatment, bioremediation.

Нефть, на которой построена экономика России, и продукты ее переработки являются одними из самых распространенных веществ, загрязняющих и атмосферу, и почвы, и воды. Как результат, в основных нефтегазодобывающих регионах России огромные территории загрязнены нефтью. По экспертным оценкам на нефтепромыслах теряется от 3 до 7 % от всего объема добываемой нефти, причем большая часть выделяемых загрязняющих веществ – до 75 % поступает в атмосферу, 20 % в водные источники и 5 % в почву [1; 2].

Лет 20 назад очистку почв, загрязненных нефтью, предпочитали проводить или методом сжигания нефтяного пятна, или засыпкой его песком или землеванием. За рубежом предпочтение отдается физическим и физико-химическим методам очистки от ксенобиотиков загрязненных почв, подпочвенных вод и подземных загрязнений. Параллельно с этими методами применяются и методы биорекультивации (биоремедиации) загрязненных ксенобиотиками объектов с использованием разнообразных микробных и грибных препаратов, растений, дождевых червей. В России методам биорекультивации (биоремедиации) отдается предпочтение из-за огромных площадей, загрязненных, в первую очередь нефтью. За рубежом при биоремедиации в последнее время предпочтение отдается методам активизации аборигенной микрофлоры, как на месте (*on-site*), так и после выемки загрязненной почвы и перемещении ее на площадку или полигон (*ex-situ*), а также под почвой в глубине (*in-situ*) [3].

Биоремедиация – комплекс методов очистки (излечения) почв и вод, основанных на использовании биохимического потенциала, в первую очередь микроорганизмов (бактерий, микромицетов), водорослей, высших растений, почвенных обитателей, в основном дождевых червей, без нанесения при этом дополнительного ущерба окружающей среде.

Технологии биоремедиации «onsite»:

1. Загрязненная почва (низкие концентрации ксенобиотика) остается на месте, проводится рыхление, вспашка или фрезерование почвы, стимулирование аборигенной микрофлоры и фиторемедиация (продолжительность 1–2 сезона, снижение концентрации загрязняющего агента на 60–80 %).

2. Загрязненная почва остается на месте (высокая концентрация ксенобиотика нефти), проводится рыхление, вспашка или фрезерование почвы, вносятся в большом количестве удобрения и биопрепараты деструкторы ксенобиотиков, проводится фиторемедиация (технология используется, главным образом, на топких непроходимых болотах, продолжительность 4–6 лет и больше, снижение концентрации загрязняющего агента 60–80 %).

3. Загрязненная почва остается на месте (высокая концентрация ксенобиотика нефти), но снимается верхний (5–7 см) сильно загрязненный слой почвы (остаточное загрязнение до 300 г/кг почвы и выше) и далее проводятся агротехнические мероприятия, вводятся препараты-деструкторы ксенобиотика и фиторемедиация (продолжительность 2–4 года или больше, снижение концентрации загрязняющего агента на 80–90 %) [4].

Технологии биоремедиации «ex-situ»:

1. Извлечение загрязненной почвы, перемещение ее на полигоны, проведение биоаугментации (введение микроорганизмов вместе с биогенными элементами), рыхление и полив, затем проведение фиторемедиации (продолжительность 1–2 сезона, снижение концентрации загрязняющего агента на 60–90 %).

2. Отмывание почвы от загрязнения (в основном от нефти) в специализированных установках типа УПНШ (очистка – 50–60 %), возвращение на прежнее место и проведение вспашки или рыхления, внесение препаратов-деструкторов ксенобиотиков или проведение фиторемедиации (продолжительность 1 сезон, снижение концентрации загрязняющего агента на 80–90 %).

3. Помещение загрязненной почвы в биореакторы и проведение жидкофазной или твердофазной ферментации с добавлением биогенных элементов, воды и воздуха или проведение процесса детоксикации ксенобиотика в анаэробных условиях (продолжительность – от нескольких дней до месяца или дольше, снижение концентрации загрязняющего агента на 90–99 %)

4. Проведение классического компостирования (термической биоремедиации) загрязненной почвы на полигонах (продолжительность от 6 мес. До 2-х лет, снижение концентрации загрязняющего агента на 85–95 %)

Технологии биоремедиации «in-situ»:

1. Биовентиляция (продолжительность до месяца и более, снижение концентрации загрязняющего агента на 90–99 %).

2. Биобарботирование (продолжительность до месяца и более, снижение концентрации загрязняющего агента на 90–99 %).

3. Биодеструкция при откачке жидкой фазы загрязнителя под вакуумом (продолжительность до месяца и больше, снижение концентрации загрязняющего агента на 90–99 %) [4].

Анализ информационных источников показал:

1) методы биологической очистки почв от нефтезагрязнений являются перспективными и экологически безопасными;

2) они являются менее затратными по сравнению с другими методами;

3) этот метод является самым эффективным.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://ekolip.ru/news/ministr-prirodnikh-resursov-i-ekologii-rf-sergey-donskoy-vystupil-s-dokladom-v-sovete-federatsii.html> (дата обращения: 10.04.2015).

2. Ревич Б. А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / под ред. В. М. Захарова. М. : Акрополь ; Общественная палата РФ, 2007. 192 с.

3. URL: <http://www.ecolife.ru/zhurnal/articles/27583/> (дата обращения: 10.04.2015).

4. URL: <http://nera.biodat.ru/> (дата обращения: 10.04.2015).

© Кондинский Р. В., Юркевич А. А., 2015

УДК 57.087.1, 574.21

ОЦЕНКА БИТОКСИЧНОСТИ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ ОТДЕЛЬНЫХ ПРОМЗОН Г. КРАСНОЯРСКА

Д. О. Кочергина¹

Научные руководители – Л. А. Герасимова², И. Ю. Еремина¹

¹Красноярский государственный аграрный университет
Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90

E-mail: irin-eremina@yandex.ru

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: ie sibsau.@mail..ru

Исследована токсичность атмосферных осадков в промышленных районах города. Представлен анализ реакции тест-объекта на качество среды на клеточном уровне. Проведена оценка митотической активности клеток биообъекта. В качестве тест-объекта использовали семена кресс-салата.

Ключевые слова: биотоксичность, снег, всхожесть, кресс-салат.

SOLID PRECIPITATIONS BIOTOXICITY EVALUATION FOR SEPARATE INDUSTRIAL ZONES OF KRASNOYARSK-CITY

D. O. Kochergina¹

Scientific supervisors – L. A. Gerasimova², I. Yu. Eremina¹

¹Krasnoyarsk State Agricultural University
90, Mira Av., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

E-mail: irin-eremina@yandex.ru

²Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: ie sibsau.@mail.ru

The toxicity of atmospheric precipitation in industrial areas of the city has been researched. The analysis of the response of the test object on the quality of the environment at the cellular level is presented. The evaluation of mitotic activity of cells of a biological object was carried on. As the test subject the seeds of watercress were used.

Keywords: bio-toxicity, snow, seeds, germination, watercress.

Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха. При снеготаянии эти вещества поступают в природные среды, главным образом в воду и почву, загрязняя их [1].

В связи с этим, целью исследования является оценка опасности тех или иных загрязнителей, прогнозировать последствия их воздействия на живые организмы.

Действие загрязнителей на живые организмы ощущается на разных уровнях, поэтому была поставлена задача определения реакции живых организмов как на организменном, так и на генетическом уровнях.

В качестве тест-объекта выбраны семена кресс-салата (*Lepidium sativum* L.), как одного из типичных индикаторов качества субстрата. Кресс-салат обладает повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей.

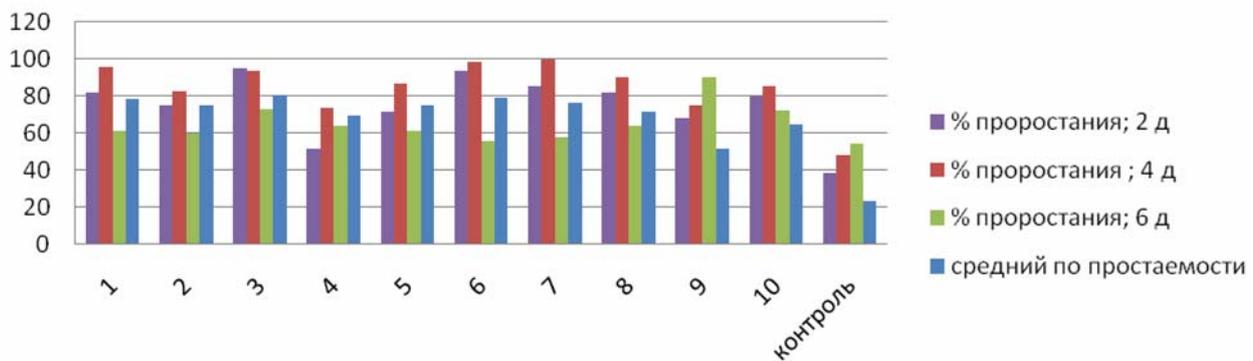
Исследования проводились в течение 2 лет в конце февраля – начале марта по стандартной методике для выявления уровня загрязнения токсическими веществами выпадающих твердых осадков [2; 3].

Некоторые организмы являются чувствительными индикаторами изменения условий окружающей среды, в частности, загрязнения экосистем токсическими веществами.

Все выводы по качественной оценке имеют значение, если используются физиологически однокачественные семена одной партии. Для того чтобы устранить разнокачественность семян из разных партий, были закуплены свежие семена, из одной партии, со всхожестью 93 %.

В ходе опыта фиксировали прорастаемость на второй, четвертый и шестой день, данные были визуализированы в гистограмме (см. рисунок).

Анализ состояния зимних осадков по всхожести кресс-салата показал, что пробы снятые со всех анализируемых участков либо слабо загрязненные, либо загрязнение отсутствует, т. е. данная среда не является токсичной для растений. Максимальная всхожесть семян кресс-салата (свыше 90 %) и, соответственно, минимальное загрязнение отмечено на участках 3, 6, 8. Слабое загрязнение, но с наименьшей долей проросших семян можно констатировать на участках 2 и 4. По диаграмме видно, что в среднем прорастаемость стабильная внутри групп.



Гистограмма всхожесть семян

После определения всхожести семян приступают к подсчету числа хромосом на временных препаратах из зародышевых корешков и определение митотического индекса.

Разброс значений митотического индекса отмечен от 19,3 на участке 4 до 159,5 на участке 1, что составляет 140,2 ppm. Такой разброс характеризует крайне неоднородную среду, в том числе, и по воздействию на живые организмы вообще, и на их биоактивность в частности. Наиболее активное деление происходит у растений, выращиваемых на пробе с участка 1, что может быть расценено и как наиболее благоприятный момент, и как включение компенсаторных механизмов биообъекта в экстремальных условиях, так как данная точка находится в непосредственной близости к промышленному объекту. Аналогичные параметры (более 100ppm) определены для проб с участков 2, 5, 9.

Т.о., 8 из 11 (73 %) участков, согласно результатам теста, имеют слабое загрязнение, а на 3х(27 %) участках загрязнение настолько незначительно, что оценивается как отсутствующее.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-16-24001.

Библиографические ссылки

1. Снег : справ. / под ред. Д. М. Грея, Д. Х. Эйла. Л. : Гидрометеиздат, 1986. 751 с.
2. Методическое руководство по биотестированию воды РД 118-02-90. Утв. Госкомприроды СССР от 06.08.1990. № 37.
3. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М. : РЭФИЯ, НИА-Природа, 2002.

© Кочергина Д. О., 2015

УДК 504.062.4

МОЮЩИЕ СРЕДСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

К. А. Леонтьева, Ю. В. Огородникова
Научные руководители – В. А. Миронова, М. В. Чижевская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Проанализированы некоторые компоненты жидких моющих средств для посуды, их воздействие на организм человека при непосредственном контакте в процессе использования. Экспериментально выявили, какие вещества наиболее опасны и наиболее безопасны при их регулярном применении.

Ключевые слова: моющие средства, кислая среда, щелочная среда, устойчивость пены, поверхностно-активные вещества, экологическая безопасность.

DETERGENTS AND ECOLOGICAL SAFETY

К. А. Leontyeva, Yu. V. Ogorodnikov
Scientific supervisors – V. A. Mironova, M. V. Chizhevskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

In work authors analysed some components of liquid detergents for ware, their impact on a human body at direct contact in the course of use. Experimentally revealed, what substances are most dangerous and safest at their regular application.

Keywords: detergents, sour environment, alkaline environment, stability of foam, surface-active substances, ecological safety.

Целью работы был анализ химического состава моющих средств и определение наиболее вредных компонентов, входящих в их состав.

Объектом исследования выбрали жидкие моющие средства для посуды: «AOS», «Fairgy», «Sorti», «Миф», «Капля».

Используя бытовую химию (в частности, моющие средства) фактически ежедневно, мы редко задумываемся над этим процессом, а зря: ведь может быть, мы отравляем себя и наносим вред себе и другим. Может быть, удаляя грязь, мы её заменяем отравляющими веществами. Нас заинтересовал этот факт, и мы решили изучить этот вопрос подробнее.

Бытовая химия, которую мы используем в повседневной жизни, не должна оказывать негативного воздействия на кожу и тем более попадать в организм человека. Нашей целью было определить, насколько хорошо смываются с посуды поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые содержатся в наиболее популярных моющих средствах, как изменяется рН (водородный показатель) воды в процессе мытья посуды; сравнить устойчивость пены и плотность жидких моющих средств для посуды.

Мы изучили научную литературу и этикетки с составом различной бытовой химии. По этим данным можно сделать вывод, что в состав большинства жидких моющих средств входят поверхностно-активные вещества, ароматизаторы, регуляторы рН, вода и красители.

Больше всего компонентов в средстве «Sorti», а меньше всего в «Миф» и «Биолан». Также хотелось бы отметить следующие особенности:

- На этикетках всех шести моющих средств имеется надпись: «Беречь от детей. Остерегаться попадания в глаза»;

- Легко смывается водой, не оставляя разводов и придаёт посуде блеск и изумительную чистоту.
- Не поражает кожу рук и обладает нейтральным уровнем кислотности Ph благодаря своей тщательно подобранной формуле.

Основу моющего действия средства составляют поверхностно-активные вещества, которые вредны для здоровья человека. Именно они повышают эффективность моющего средства вследствие – взаимного усиления действия друг друга. Моющие средства оказывают негативное влияние на кожу рук [1].

На первом этапе эксперимента мы определяли концентрацию ПАВ в процессе мытья посуды с помощью выбранных средств. Нашей целью было определить, насколько хорошо смываются с посуды поверхностно-активные вещества, которые содержатся в наиболее популярных моющих средствах. Методика определения основана на образовании растворимого в хлороформе окрашенного соединения при взаимодействии анионоактивных веществ с метиленовым синим [3]. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Изменение концентрации ПАВ

Вещество	Концентрация ПАВ, мг/л		
	Один смыв, мг/л	Три смыва, мг/л	Десять смывов, мг/л
Миф	1	0,8	0,1
Fairy	0,91	0,9	0,5
Биолан	1	0,6	0,5
Sorti	0,8	0,4	0,4
Капля	0,9	0,8	0,6
AOS	1	0,9	0,8

По полученным данным можно сделать вывод, что самым безопасным моющим средством из представленных оказался «Миф», а самым небезопасным – «AOS» (предельно-допустимая концентрация ПАВ – 0,1 мг/л).

Определяя pH водных смывов через определенное время, мы ориентировались на ГОСТ [2], в котором допустимое значение pH находится в пределах 5,0–8,5. В ходе исследования мы измерили pH моющего средства в чистом виде, затем моющее средство наносили на тарелку и смывали под струей воды и после этого измеряли этот показатель с помощью pH-метра через определенное число смывов.

Следуя полученным данным, мы можем сделать вывод, что самым агрессивным оказалось моющее средство марки «Fairy» (pH = 7,84), а самым мягким «AOS» (7,15). Все моющие средства соответствуют ГОСТу [2], но их растворы имеют щелочную среду, а это отрицательно влияет на кожу рук, для которой pH ее липидного слоя должна быть близка к семи. Щелочная реакция кожи (pH > 7) приводит к размножению бактерий, способных провоцировать акне. Кислая реакция кожи (pH < 7) является нормальной для паховой области и подмышечных впадин. На остальных участках тела считается заниженной и затрудняет клеточное дыхание.

На следующем этапе эксперимента мы определяли устойчивость пены. Согласно ГОСТу [4] устойчивость пены моющего средства должна составлять 80 %. Из проводимого нами опыта можно сделать вывод, что по данному критерию только средство марки «Миф» и «AOS» соответствует ГОСТу.

Экономичность можно оценить по плотности моющего средства. Самая низкая плотность оказалась у средства марки «Fairy», а самая высокая у «AOS». Следовательно, второе является более экономичным средством.

По результатам исследования можно сделать выводы:

1. В состав всех жидких средств для мытья посуды входят ПАВы, благодаря которым средство лучше отмывает загрязнения, но сами эти вещества несут вред и негативно влияют на здоровье человека.
2. Самым дорогим, менее экономичным и более агрессивным оказалось средство марки «Fairy».
3. Из сравнения исследованных показателей (остаточное содержание ПАВ, pH водного раствора, устойчивости пены, плотности) можно рекомендовать к использованию для мытья посуды жидкие средства «AOS» и «Миф» как наиболее экологически безопасные.
4. Моющие средства для мытья наиболее эффективно действуют в горячей воде, очень плохо смываются, образуя стойкую обильную пену, поэтому требуют тщательного ополаскивания и расхода большого количества воды.

5. Мы провели опрос среди студентов I курса ФГА по использованию бытовой химии в их жизни и выявили шесть наиболее популярных средств. Выявили сравнительно безопасные моющие средства для здоровья человека.

6. Мы можем предложить альтернативные варианты замены современных моющих средств. Зачастую ими пользовались наши мамы или бабушки, и даже в современное время большинство из них популярны как экологически чистые и безопасные продукты для мытья посуды – горячая вода и обычная пищевая сода, уксус, сухая горчица. Другой вариант, который мы можем предложить – это песок и древесная зола. Песок и древесная зола прекрасно отмоют самый жирный и закопченный казан или мангал.

Библиографические ссылки

1. Амбразон А. А. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение : учеб. пособие для вузов. Л., 1988. 398 с.
2. Волощенко О. И., Мудрый И. В. ПАВ в окружающей среде и здоровье человека // Санитария и гигиена. 1988. № 11.
3. Цитович И. К. Аналитическая химия. М. : Колос, 1982. 496 с.
4. Electronic [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bestpravo.ru/sssrgn-praktika/m1p.htm> (дата обращения: 26.03.2015).

© Леонтьева К. А., Огородникова Ю. В., 2015

УДК 574.21

БИОМОНИТОРИНГ ПЛОДОВ СИБИРСКОЙ ЯБЛОНИ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОЙ УРБООКОСИСТЕМЫ

С. О. Майнашева
Научный руководитель – Л. А. Герасимова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: iesibsau@mail.ru

За последние десятилетия вопросы охраны окружающей среды и здоровья населения приобрели приоритетное значение в кругу проблем, стоящих перед человечеством. Исследования в области экологической эпидемиологии и анализа риска для здоровья с достаточной долей уверенности позволяют утверждать, что загрязненная окружающая среда является одним из ведущих факторов, определяющих ухудшение состояния здоровья населения. Как способ исследования используется биоиндикация растительности.

Ключевые слова: биомониторинг, морфометрические показатели, плоды, яблоня сибирская.

BIOIMONITORING OF FRUITS SIBERIAN APPLE ON THE TERRITORY OF KRASNOYARSK

S. O. Maynasheva
Scientific supervisor – L. A. Gerasimova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: iesibsau@mail.ru

Over the last decade, the issues of environmental protection and public health has become a priority value in the range of problems facing humanity. Research in the field of environmental epidemiology and risk analysis for health suggest with enough confidence that contamination of the environment is one of the leading factors determining the deterioration in the health of the population. As a method of study used bioindication of vegetation.

Keywords: biomonitoring, morphometric parameters, fruits, Siberian Apple.

На сегодняшний день одним из эффективных и недорогих методов биомониторинга является фитоиндикация, так как растения считаются надежным индикатором окружающей среды. Они вынуждены адаптироваться к стрессовому воздействию среды с помощью физиолого-биохимических и анатомно-морфологических перестроек вегетативных частей. Фиксация и оценка этих изменений, которые могут регистрироваться на различных этапах деградации дают достоверную картину условий места произрастания растения и отражает состояние городской среды [1].

Одним из показателей являются плоды у плодоносных растений. Размеры и качество плода являются показательными, так для гибрида *Malusbaccata*, плоды которой в диких условиях не превышают 10 мм, в урбээкосистеме размеры плодов достигают 30 мм, а время гниения увеличивается, что говорит о патогенном изменении на биохимическом уровне.

Для того чтобы продемонстрировать данную закономерность необходимо сравнить размеры плодов, а также время образования первых признаков гниения.

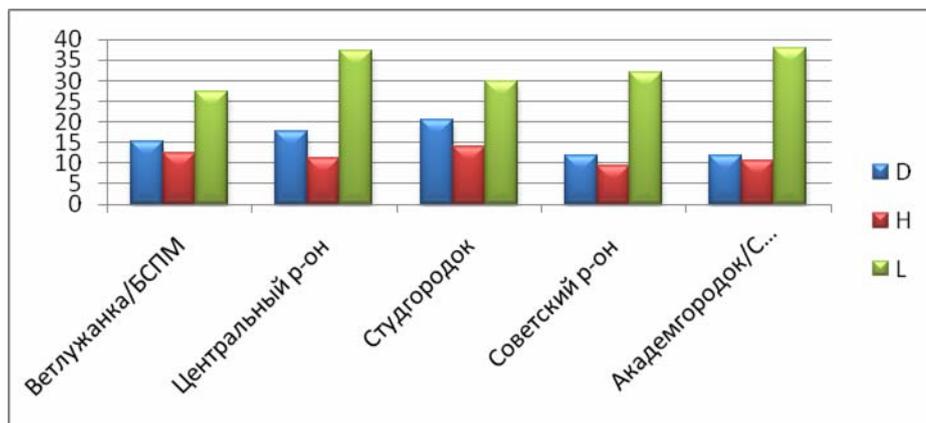
Целью данной работы является выявление влияния городской среды на морфологические и биологические признаки плодов.

Исследования проводились в нескольких районах города с различными показателями антропогенного влияния, включая район с низким антропогенным влиянием, как основной образец для сравнения.

Высота сбора плодов с каждого дерева была примерно одинаковой. В ходе исследований было собранно и проанализировано 100 образцов в 5 микрорайонах города Красноярска.

При анализе использовались статистические показатели для получения общей картины морфологического разнообразия и его сопоставления с картой антропогенного загрязнения Красноярска.

Проведенные анализы морфологических и биологических показателей, а так же последующие сопоставления с картой загрязнений показал, что максимальные значения диаметра и высоты (по центральной оси) имеют плоды деревьев, произрастающие в загрязненных районах. На рисунке представлены обобщенные данные исследований по различным микрорайонам города Красноярска.



Морфометрические показатели плодов яблони сибирской

D – среднее значение диаметров образцов для района; H – среднее значение высоты по центральной оси для района; L – среднее значение длины черенка для района

Время их гниения увеличено в сравнение с образцами собранными в точках с наименьшим антропогенным влиянием, что можно объяснить поглощением веществ, которые служат как консерваторы.

Данный анализ плодов и сравнение его результатов с картой загрязнений позволит выделить антропогенное влияние на плоды, а также в последующем судить о качестве среды по морфологическим признакам среды.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-16-24001.

Минимум три источника литературы

Библиографическая ссылка

1. Туровцев В. Д. Биоиндикация : учеб. пособие. Тверь, 2005. С. 9; 19–20.

© Майнашева С. О., 2015

УДК 504.062.4

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭМИССИИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Н. В. Никитевич, А. А. Калашников, А. М. Турчанов
Научные руководители – А. Г. Кучкин, В. А. Миронова, Е. П. Олейников

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: nikolai.taishet@mail.ru

Представлена программа расчета эмиссии различных авиационных двигателей по данным банка ИКАО, цикл полета воздушного судна, для которого производится расчет эмиссии, а также предложен способ снижения эмиссии авиационных двигателей.

Ключевые слова: эмиссия, авиация, двигатель, пульсирующий, газотурбинный, детонация, горение, резонатор.

COMPARISON OF METHODS OF CALCULATION OF AIRCRAFT ENGINE EMISSIONS

N. V. Nikitevich, A. A. Kalashnikov, A. M. Turchanov
Scientific supervisors – A. G. Kuchkin, V. A. Mironova, E. P. Oleynikov

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: nikolai.taishet@mail.ru

In this work, the authors presented the program of calculation of emissions of different aircraft engines according to the Bank, ICAO, the flight cycle of the aircraft for which the calculation of the issue and proposed a method for reducing aircraft engine emissions.

Keywords: emission, aircraft, engine, pulsing, gas-turbine, detonation, burning, resonator.

Целью работы стало создание программы эмиссии различных авиадвигателей и способы ее снижения.

Объектом исследования были различные виды авиационных двигателей. Основная проблема, создаваемая гражданской авиацией (ГА) для атмосферы, это выброс вредных веществ.

Международная организация гражданской авиации (ИКАО), олицетворяющая собой мировое сообщество в решении межгосударственных проблем гражданской авиации, признала вопросы взаимодействия ГА и окружающей среды одним из важнейших направлений своей деятельности. Это нашло отражение как в решении о создании специализированного комитета ИКАО по экологии (САЕР), так и в принятии специальных международных норм и правил.

В течение долгого времени ИКАО занималось и занимается на данный момент созданием банка выброса вредных веществ для различных авиационных двигателей. В наше время существует огромное количество воздушных судов различных модификаций, имеющих ещё большее количество авиационных двигателей. Отсюда стала проблема систематизации данных по эмиссии конкретных авиационных двигателей, которую мы и попытались решить. Во время полёта самолёт совершает движение относительно земли условно в двух направлениях, соответственно имеются различные зоны атмосферы, которым наносится разный экологический ущерб. Время полета воздушного судна (ВС) принято делить на четыре этапа, соответствующие различным зонам загрязнения атмосферы. Выделяют:

- Взлетно-посадочный цикл (ВПЦ) в зоне аэродрома (высоты от 0 до 900 м);
- Набор высоты от 900 м и до эшелона крейсерского полета;
- Крейсерский горизонтальный полет по маршруту на высотах эшелона;
- Снижение с высоты эшелона крейсерского полета до высоты зоны аэродрома (900 м).

Масса загрязняющего вещества (ЗВ), образовавшегося в авиадвигателе в процессе сгорания топлива и выброшенного в атмосферу, зависит от режима и времени работы двигателя; удельного показателя образования этого вещества, отнесенного к единице количества используемого топлива; расхода топлива на соответствующем режиме работы.

Наиболее сложные летные операции самолет совершает в зоне аэродрома. При этом авиадвигатели эксплуатируются в максимальном диапазоне изменения режимов работы, так как от них требуется обеспечить тяговые характеристики, необходимые летательному аппарату (ЛА) для совершения операций ВПЦ, для которого мы и производили расчеты [1].

Но мало рассчитать эмиссию авиадвигателя, нужно еще найти способ снизить ее. Один из таких способов переход от обычных турбореактивных двигателей (ТРД) к пульсирующим детонационным двигателям (ПудД) [2]. Рассмотрим одну из схем такого двигателя (см. рисунок).

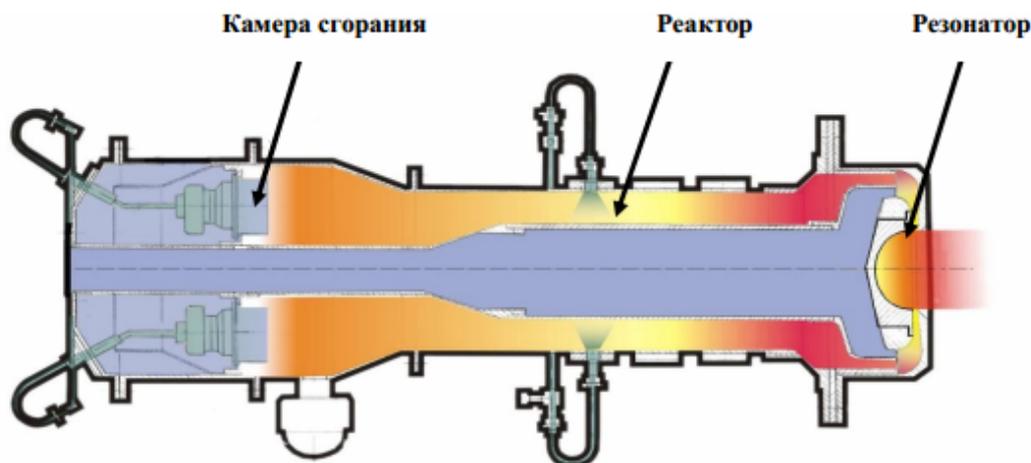


Схема ПуДД с высокочастотным резонатором

Достоинство таких двигателей заключается в более высоких температурах и давлениях в камере сгорания, в которых и происходит образование ЗВ. Рассмотренная схема ПуДД с высокочастотным резонатором, отличающаяся отсутствием каких – либо механических клапанов и прерывистых запальных устройств и представляет собой последовательно соединенные камеру сгорания, реактор и газодинамический резонатор (детонационную камеру), в которых реализуется двухстадийное сгорание топливоздушная смеси [3].

В таблице представлены основные элементы сгорания топлива, называемыми эмиссией в зависимости от разных давлений. Особо опасным элементом эмиссии является CO, так как он оказывает непосредственное влияние на организм человека. По данным таблицы отчетливо видно, что при увеличении давления в камере сгорания, выброс CO снижается. Это говорит о том, что выброс становится более «чистым».

Количество ЗВ при разном давлении

Pк, МПа	$\alpha = 0.85$				
	H ₂	H ₂ O	CO	CO ₂	N ₂
0,5	0,0233	0,1227	0,0434	0,1062	0,7044
10	0,0555	0,0905	0,0112	0,1384	0,7044
20	0,0620	0,0840	0,0047	0,1449	0,7044

Но стоит отметить, что данные двигатели существуют только в виде проектов, экспериментальных установок и прототипов, а о реальном применении их в авиации речи пока не идет.

Заключение

1. Мы предложили метод расчета эмиссии авиадвигателей.
2. Существует проблема загрязнения атмосферы выбросами авиадвигателей, которую можно решить переходом от привычных турбореактивных двигателей к пульсирующим детонационным двигателям.

3. Задача создания пульсирующего детонационного двигателя решается многими учеными и остается приоритетной для гражданской авиации.

Библиографические ссылки

1. Фролов С. М. Перспективы использования детонационного сжигания топлива в энергетике и на транспорте // Тяжелое машиностроение. 2003. № 9. С. 18.
2. Фролов С. М. Импульсные детонационные двигатели. М. : Торус пресс. 2006. 592 с.
3. Тарасов А. И., Щипаков В. А. Перспективы использования пульсирующих детонационных технологий в турбореактивных двигателях // Авиационно-космическая техника и технология. 2011. № 9 (86).

© Никитевич Н. В., Калашников А. А., Турчанов А. М., 2015

УДК 574.21

БИОИНДИКАЦИЯ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНОВ Г. КРАСНОЯРСКА

П. А. Павлюк, В. Д. Петров, А. А. Кадуцкий
Научный руководитель – Л. А. Герасимова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: iesibsau@mail.ru

Представлен анализ атмосферного воздуха в разных районах г. Красноярска по состоянию листьев яблони-дички. Для исследования были собраны листья с брайонов города. Произведены измерения и расчет общей площади листьев, площади пораженных участков и массы пыли, по которым оценивали качество среды произрастания тест-объекта.

Ключевые слова: яблоня, листья, биотестирование, биоиндикация, тест-объект.

BIOINDICATION OF ATMOSPHERIC POLLUTION OF THE CERTAIN KRASNOYARSK AREAS

P. A. Pavluk, V. D. Petrov, A. A. Kadutskiy
Scientific supervisor – L. A. Gerasimova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: iesibsau@mail.ru

The paper presents an analysis of the air in different parts of the Krasnoyarsk-city on the leaves of apple-wildings. To investigate the leaves were collected from 6 districts of the city. The measurement and calculation of the total leaf area, the area of lesions and masses of dust, which evaluated the quality of the growing environment of the test object were carried out.

Keywords: apple tree, leaves, bio-testing, bio-indication, test-object.

Существует много глобальных проблем, таких как глобальное потепление, загрязнение мирового океана и т. д. но, не смотря на все это, человечество сможет существовать еще достаточно долгое время. А если хоть на миг представить, что все запреты, которые должны выполнять предприятия, по охране атмосферного воздуха убрать, то мы не проживем и дня. Работы по оценке атмосферных загрязнений являются основой для дальнейших действий по защите чистоты воздуха, которым дышат все. Перед воздухом мы все равны [1–9].

При анализе качества атмосферного воздуха различных районов г. Красноярска было целью сравнить степень загрязненности районов города по состоянию листвы яблони-дички, как одной из распространенных городских озеленительных древесных пород.

Были взяты образцы листьев ранетки с 6 отдельных районов города: Академгородок, стадион «Локомотив», стадион «Авангард», общежитие СибГАУ № 2, центр проспекта Мира, парк Юннатов. Всего для исследования было собрано 300 образцов листьев.

Были произведены замеры морфометрических параметров и определение площади, пораженности и количества пыли с каждого листа.

По средней площади листьев можно сделать вывод о том, что наибольшая средняя площадь листа составляет 28,4 см² в районе Студенческого городка. Средняя площадь листа с растений вблизи стадиона «Локомотив» – 27,5 см². Самые мелкие листья были у деревьев в районе общежития № 2 со средней площадью листа 23,6 см².

По доле поврежденности листьев получили следующие результаты: наибольший процент повреждения площади листа у листьев с центра на проспекте Мира, далее по убыванию: Парк Юннатов, Стадион «Локомотив», Студенческий городок, стадион «Авангард», общежитие СибГАУ № 2.

Самый запыленный район – это стадион «Авангард», немного чище центр города на ул. Мира, еще меньше пыли на листьях в районе парка Юннатов, в районе общежития СибГАУ № 2, стадион «Локомотив». Самым чистым местом, по нашим данным, является район Студенческого городка.

На основе полученных данных сделали соответствующие выводы.

Деревья, находящиеся около стадиона Парка Юннатов, стадион «Авангард», центр проспекта Мира, загрязнены на 25–50 % больше, чем около следующих районов: Студенческий городок, общежитие СибГАУ № 2, район около стадиона Локомотив, находятся в хорошем состоянии.

Хотелось бы обратить внимание всех людей на то, что только сообща мы можем спасти наш город от загрязнения. Если мы объединимся и создадим организацию по защите окружающей среды в городе Красноярске, то возможно спустя несколько десятилетий наши дети или внуки смогут дышать чистым воздухом.

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-16-24001.

Библиографические ссылки

1. Битюкова В. Р., Попов А. А. Тенденции атмосферного загрязнения в городах России // Экол. пром-ть России. 2004. С. 4–7.
2. Воскресенская О. Л., Скочилова Е. А. и др. Организм и среда: факториальная экология. Йошкар-Ола, 2005. 175 с.
3. Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев : Наук. думка, 1978. 246 с.
4. Калверт С., Инглунд Г. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. М. : -Металлургия, 1988. 286 с.
5. Майснер А. Д. Жизнь растений в неблагоприятных условиях. Минск : Высш. шк., 1981. 98 с.
6. Сборник методик и инструктивных материалов по определению вредных веществ для контроля источников загрязнения окружающей среды. Краснодар : Северный Кавказ, 1993. 224 с.
7. Сергейчик С. А. Экология : учеб. пособие. 2010. 400 с. ISBN 978-985-513-672-0.
8. Соловьева О. С. Пылезадерживающая способность древесных растений в зонах разного загрязнения г. Йошкар-Олы // Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. Ч. 1. Тольятти : ВуиТ, 2004. С. 256–261.
9. Рунова Е. М. Экологический мониторинг лесных биоценозов в зонах промышленных выбросов // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Томск : ТГУ, 2004. С. 132–135.

© Павлюк П. А., Петров В. Д., Кадуцкий А. А., 2015

УДК 004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА ТРУДА В ИТ-ОТРАСЛИ

Т. В. Пен¹, Е. В. Бурдина²
Научный руководитель – И. А. Панфилов²

¹Сибирский федеральный университет
Российская Федерация, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 26а
E-mail: crook_80@mail.ru

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: burdilena@sibsau.ru

На сегодняшний день, в рейтинге самых востребованных специальностей России, на лидирующих позициях расположились профессии связанные с информационными технологиями. Именно развитие рынка труда специалистов в данной области является индикатором состояния всего рынка современных технологий.

Ключевые слова: специалисты информационных технологий, рынок труда, прогнозирование, метод наименьших квадратов, система моделирования.

SIMULATION OF THE LABOR MARKET IN THE IT INDUSTRY

T. V. Pen¹, E. V. Burdina²
Scientific supervisor – I. A. Panfilov²

¹Siberian Federal University
26a, Kirenskogo str., Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation
E-mail: crook_80@mail.ru

²Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: burdilena@sibsau.ru

Today, in the ranking of the most popular professions in Russia, leading positions settled professions related to information technology. It is the development of labor market experts in this field are an indicator of the state of the entire market of modern technologies.

Keywords: the specialists of information technology, the labor-market, the forecast, least square method, modeling of system.

По данным «Минкомсвязи», для успешного развития отрасли информационных технологий система образования и повышения квалификации должна подготовить не менее 350 тысяч ИТ-специалистов до 2018 г. Но в действительности, количество обученных специалистов до 2018 г. составит менее чем 150 тысяч человек. В результате анализа данных, было выявлено, что ежегодно российские вузы выпускают до 25 тысяч ИТ-специалистов, но, однако лишь 15–20 % выпускников по инженерным специальностям могут немедленно приступить к трудоустройству в сфере информационных технологий [1].

Для урегулирования сложившейся ситуации возникает необходимость в моделировании спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов. Благодаря создаваемой модели, которая будет использоваться центрами занятости населения, кадровыми агентствами, а также учебными заведениями, в будущем планируется возможность прогнозирования состояния рынка труда в данной отрасли.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

- провести анализ уже существующих систем моделирования рынка труда;
- исследовать динамику спроса и предложения на рынке специалистов информационных технологий;

- разработать систему поддержки принятия решений для поиска вакансий
- на рынке труда ИТ-специалистов и мониторинга изменений на рынке труда;
- разработать программное средство для моделирования спроса и предложения на рынке труда ИТ-специалистов;
- провести оценку экономической эффективности информационной системы.

Разработка прогноза спроса и предложения на рынке труда может быть осуществим при помощи метода наименьших квадратов. Основная идея данного метода заключается в минимизации суммы квадратичных отклонений между расчетными и наблюдаемыми величинами. Расчетные величины вычисляются по уравнению регрессии. Далее строится функционал невязки и минимизируется по параметрам уравнения регрессии, подлежащим определению. Последняя процедура обеспечивает более точный прогноз.

Стохастичность, присущая эмпирическим оценкам спроса и предложения на рынке труда, приводит к временным последовательностям, для которых характерно резкое, скачкообразное изменение оцениваемых величин. Естественным представляется выполнение предварительной процедуры сглаживания, применение которой дает возможность существенно повысить точность оценки коэффициентов уравнение регрессии. То есть математической модели и, соответственно, прогноза на ее основе.

Рабочая формула метода наименьших квадратов выглядит следующим образом:

$$Y_{t+1} = a \cdot X + b, \quad (1)$$

где $t + 1$ – прогнозный период; Y_{t+1} – прогнозируемый показатель; a и b – коэффициенты; X – условное обозначение времени.

Расчет коэффициентов a и b осуществляется по следующим формулам:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\phi} \cdot X) - \left(\sum_{i=1}^n X \cdot \sum_{i=1}^n Y_{\phi} \right) / n}{\sum_{i=1}^n X^2 - \left(\sum_{i=1}^n X \right)^2 / n}, \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{\phi}}{n} - \frac{a \cdot \sum_{i=1}^n X}{n}, \quad (3)$$

где Y_{ϕ} – фактические значения ряда динамики (например, уровень безработицы %); n – число уровней временного ряда.

Сглаживание временных рядов методом наименьших квадратов служит для отражения закономерности развития изучаемого явления. В аналитическом выражении тренда независимой переменной рассматривается время. Уровни ряда выступают как функция этой независимой переменной.

Следующая функция описывает тренд. Параметры функции определяются методом наименьших квадратов, производится в большинстве случаев эмпирически, путем построения ряда функций и сравнения их между собой по величине среднеквадратической ошибки, которая вычисляется по формуле:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{\phi} - Y_p)^2}{n - p - 1} \quad (4)$$

где Y_{ϕ} – фактические значения ряда динамики; Y_p – расчетные (сглаженные) значения ряда динамики; n – число уровней временного ряда; p – число параметров, определяемых в формулах, описывающих тренд (тенденцию развития) [2–5].

Метод наименьших квадратов позволяет спрогнозировать спрос и предложения на рынке труда. Применение метода наименьших квадратов при расчете позволяет получить более достоверные результаты прогноза.

С каждым годом в сфере информационных технологий появляются новые направления, поэтому спрос на квалифицированных ИТ-специалистов будет только расти. Предложенный метод требует небольшое количество входных данных и дает более точный результат при краткосрочном прогнозировании спроса и предложения на рынке труда, тенденции развития которого в области ИТ являются индикатором состояния рынка современных технологий.

Библиографические ссылки

1. Рынок труда в России (ИТ и телеком) [Электронный ресурс]. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок_труда_в_России_%28ИТ_и_телеком%29 (дата обращения: 07.04.2015).
2. Научно-методические рекомендации по вопросам диагностики социальных рисков и прогнозирования вызовов, угроз и социальных последствий / Рос. гос. соц. ун-т. М., 2010.
3. Красс М. С., Чупрынов Б. П. Математические методы и модели для магистрантов экономики : учеб. пособие. 2-е изд., доп. СПб. : Питер, 2010.
4. Бородич С.А. Эконометрика : учеб. пособие. Минск : Новое знание, 2001.
5. Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник. М. : Финансы и статистика, 2001.

© Пен Т. В., Бурдина Е. В., 2015

УДК 504.3.054

РАЗМЕЩЕНИЕ ПУНКТОВ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Ю. А. Петровская, Е. А. Петровская
Научный руководитель – Е. Н. Бельская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: timeswallower0@gmail.com

Рассмотрены требования к размещению пунктов мониторинга автотранспортных загрязнений. Проведен анализ мониторинга автотранспортных загрязнений в Красноярске. Показана необходимость систематизации требований и их четкого выполнения, использования единых унифицированных методов отбора и анализа, обработки и передачи информации.

Ключевые слова: мониторинг, пункт наблюдения, требования, источники загрязнения, автотранспорт, роза ветров.

PLACEMENT OF AUTOMOBILE POLLUTION MONITORING

Y. A. Petrovskaya, E. A. Petrovskaya
Scientific supervisor – E. N. Belskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: timeswallower0@gmail.com

Requirements to placement of automobile pollution monitoring station are considered. The analysis of monitoring of motor transportation pollution in Krasnoyarsk is carried out. Need of systematization of requirements and their accurate performance, use of the uniform unified methods of selection and the analysis, processing and information transfer is shown.

Keywords: monitoring, monitoring station, requirements, source of pollution, automobile, wind rose.

Общая координация работ по организации и функционированию единой системы мониторинга осуществляется Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации. В Красноярском крае мониторинг состояния загрязнения атмосферного воздуха осуществляет ФГБУ «Средне-сибирское УГМС».

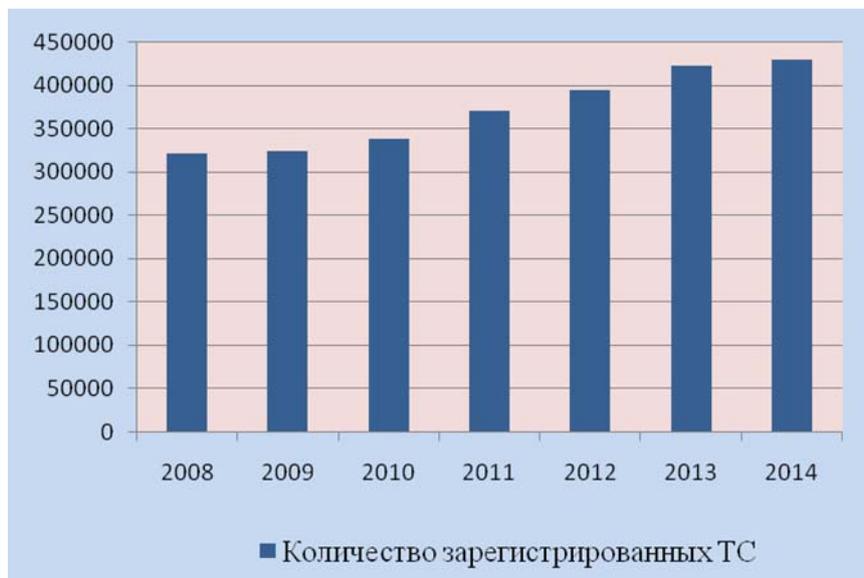
Согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изм. на 29 декабря 2014 г.) перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, устанавливается Правительством Российской Федерации (Статья дополнительно включена с 1 января 2015 года Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ).

Доля выбросов от автотранспорта в суммарных общекраевых выбросах загрязняющих веществ составляет около 40 % [1]. Для улучшения ситуации в России с 1 января 2014 года начал действовать стандарт Евро-5, который регулирует содержание вредных веществ в выхлопных газах.

Опережающие темпы роста численности автомобильного парка по сравнению с темпами роста протяженности дорог общего пользования, усугубляемые неравномерным распределением транспортных потоков на сети, способствуют росту негативного воздействия транспорта на проживающее вблизи дорог население и придорожные экосистемы. На рисунке показана динамика количества зарегистрированных транспортных средств 2008--2014 гг. [2].

На сегодняшний день в Красноярске существует 8 стационарных пунктов мониторинга состояния загрязнения атмосферного воздуха (частью которого является мониторинг автотранспортных загрязнений) – два в Ленинском районе и по одному во всех остальных. Несмотря на то, что город растет, количество стационарных пунктов остается неизменным.

Возможности использования стационарных и передвижных постов для контроля выбросов автотранспорта ограничены. Это связано с тем, что примеси от низких источников выбросов распределяются иначе, чем от высоких. Максимум концентраций примесей от выбросов отработавших газов автотранспорта находится на самой транспортной магистрали, а при удалении от обочины резко падают, достигая фонового уровня на расстоянии 15...30 м. Данные лазерных исследований показывают, что на расстоянии 25...30 м от обочины дороги существенных колебаний концентрации оксида углерода от выбросов автотранспорта не наблюдается. Возможность использования для контроля выбросов стационарных постов наблюдений, расположенных в непосредственной близости от автомагистралей, требует специального рассмотрения в каждом отдельном случае [3].



Динамика количества зарегистрированных ТС
в г. Красноярске за период 2008–2014 гг.

Для изучения особенностей загрязнения воздуха выбросами автотранспорта организуются специальные наблюдения, в результате которых определяются:

- максимальные значения концентраций основных примесей, выбрасываемых автотранспортом в районах автомагистралей, и периоды их наступления при различных метеоусловиях и интенсивности движения транспорта;
- границы зон и характер распределения примесей по мере удаления от автомагистралей;
- особенности распространения примесей в жилых кварталах различного типа застройки и в зеленых зонах, примыкающих к автомагистралям;
- особенности распределения транспортных потоков по магистралям города.

Пункты мониторинга автотранспортных загрязнений должны располагаться:

- на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с не пылящим покрытием: асфальте, твердом грунте, газоне – таким образом, что бы были исключены искажения результатов измерений наличием зеленых насаждений, зданий и т. д.;
- в районах с интенсивным движением транспорта и располагаться на различных участках улиц в местах, где часто производится торможение автомобилей и выбрасывается наибольшее количество вредных примесей;
- в зонах пересечения двух и более улиц с интенсивным движением транспорта;
- на тротуаре, на середине разделительной полосы при ее наличии и за пределами тротуара – на расстоянии половины ширины проезжей части одностороннего движения;
- не менее чем в 0,5 м от стены здания для пункта, наиболее удаленного от автомагистрали;
- на улицах, пересекающих основную автомагистраль, на краях тротуаров и на расстояниях, превышающих ширину магистрали в 0,5; 2; 3 раза.

Также весьма важным является вопрос о розе ветров. Данные о повторяемости направлений ветра получают по результатам наземных наблюдений на метеорологических станциях. При этом «истинная роза ветров» должна характеризовать повторяемость направлений не приземного ветра на

сложном рельефе, а направления невозмущенного подстилающей поверхностью ветрового потока набегающего на город и все его промышленные объекты [4].

Анализ существующих методов размещения пунктов наблюдения в системах контроля атмосферного воздуха позволяет сделать вывод, что, во-первых, в настоящее время отсутствует единый подход, и, во-вторых, создание универсальной методики является сложной задачей в силу характера расположения городов, особенностей застройки и т. д. Ее решение существенно зависит от функций, которые должна выполнять система мониторинга. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта, должен проводиться самостоятельно, чтобы отслеживать динамику. Количество пунктов наблюдения в Красноярске должно быть увеличено. Также очевидна необходимость четкого выполнения требований к размещению пунктов мониторинга автотранспортных загрязнений, что позволит избежать искаженных результатов наблюдения. Для сопоставимости результатов наблюдений, полученных в различных районах (городах) и в разное время, необходимо использовать единые унифицированные методы отбора и анализа, обработки и передачи информации.

Библиографические ссылки

1. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году : Государственный доклад. Красноярск, 2014.
2. Статистические данные МУ МВД России «Красноярское». 2013.
3. Голицын А. Н. Основы промышленной экологии. М. : ИРПО ; Изд. центр «Академия».
4. Тасейко О. В., Сугак Е. В. Репрезентативность пунктов наблюдения при оценке качества воздуха в городской среде [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: www.science-education.ru/120-15560 (дата обращения: 25.03.2015).

© Петровская Ю. А., Петровская Е. А., 2015

УДК 504.062.4

РАСЧЕТ ВАЛОВОГО ВЫБРОСА ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Н. И. Стаценко, В. А. Антипин
Научные руководители – В. А. Миронова, М. В. Чижевская

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Приводится расчет выбросов загрязняющих веществ при свободном горении нефти и нефтепродуктов. Используется программа, позволяющая рассчитать количество выделившихся вредных веществ, что позволяет выполнять как пробные, так и реальные расчеты и оценить экологический ущерб, нанесенный пожарами.

Ключевые слова: горение, пожары, выбросы, эмиссия, валовые выбросы, нефть, нефтепродукты, загрязняющие, вредные вещества, экологический ущерб.

CALCULATION OF GROSS EMISSION OF PRODUCTS OF BURNING OF OIL AND OIL PRODUCTS

N. I. Statsenko, V. A. Antipin
Research supervisors – V. A. Mironova, M. V. Chizhevskaya

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Calculation of emissions of the polluting substances at free burning of oil and oil products is given in work. The program allowing to calculate amount of the allocated harmful substances that allows to carry out both trial, and real calculations and to assess the ecological damage caused by the fires is used.

Keywords: the burning, the fires, emissions, issue, gross emissions, oil, oil products polluting harmful substances, ecological damage.

Целью нашей работы было провести расчет выброса загрязняющих веществ по методике расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при свободном горении нефти и нефтепродуктов. А также составить программу, позволяющую ускорить данный процесс, выполнить пробные расчеты и оценить нанесенный экологический ущерб.

Сегодня до 22 % всех выбросов углекислого газа, более 50 % кислотности атмосферы и до 80 % смога образуются за счет эмиссии вредных выделений при эксплуатации транспортных средств, работающих на нефтепродуктах и при авариях, сопровождающихся горением нефти и нефтепродуктов. Последний аспект и стал объектом нашего исследования.

Горение нефти и нефтепродуктов пагубно сказывается на экологии, потому что при их горении происходит выброс загрязняющих веществ, большинство из которых являются вредными. Соотношение объемов вредных выбросов, поступающих в атмосферу, свидетельствует о весьма значительном влиянии нефти и нефтепродуктов на состояние окружающей среды.

В мире уделяется огромное внимание экологической безопасности топлив и нефтехранилищ. Комплексное решение этой проблемы предусматривает: разработку и применение топлив с экологически улучшенными характеристиками; выполнение основных требований безопасности производства и хранения нефтепродуктов.

Расчет, по которому мы рассчитывали выбросы загрязняющих веществ, применяется для определения количества вредных веществ, выделяющихся в атмосферу при горении нефтепродукта в амбарах, резервуарах, обваловках, на водной поверхности и во всех остальных случаях, когда имеется

достаточный слой нефтепродукта, чтобы образовалось ровное горизонтальное зеркало раздела фаз (поверхность) [1].

Основная формула расчета выброса вредного вещества (ВВ) в атмосферу при рассматриваемом характере горения нефтепродукта имеет вид:

$$\Pi_1 = K_1 \cdot m_j \cdot S_{\text{ср}}, \text{ кг/ч,}$$

где Π_1 – количество конкретного (i) ВВ, выброшенного в атмосферу при сгорании конкретного (j) нефтепродукта в единицу времени, кг/ч; K_1 – удельный выброс конкретного ВВ (i) на единицу массы сгоревшего нефтепродукта, кг/кг; m_j – скорость выгорания нефтепродукта, кг/м²·ч; $S_{\text{ср}}$ – средняя поверхность зеркала жидкости, м².

Благодаря используемой программе, за неимением доступа к базам данных по пожарам, мы выполнили расчет по новостным публикациям пожаров, происходивших на территории РФ в период с 2012 по 2015 года [2–4].

В Красноярске 13 ноября 2012 года загорелся резервуар с 40 тоннами топлива. Пожар был ликвидирован через 52 минуты [2]. Результаты расчета эмиссии вредных веществ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Эмиссия вредных веществ (г. Красноярск)

Загрязняющий компонент	Кг/ч	Кг (Общее)
CO ₂ (Диоксид углерода)	38 160	33 072
CO (Оксид углерода)	11 867,76	10 285,4
C (Сажа)	5 7.24	49,6
NO ₂ (Оксиды азота)	576,22	499,4
H ₂ S (Сероводород)	38,16	33,1
SO ₂ (Оксиды серы)	45,79	39,7
HCN (Синильная кислота)	38,16	33,1
HCHO (Формальдегид)	19,08	16,5

Также, мы рассчитали валовые выбросы основных загрязняющих компонентов при пожаре в Новом Уренгое, который произошел 8 апреля 2015 года после столкновения двух бензовозов и продолжался около получаса [4]. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эмиссия вредных веществ (г. Новый Уренгой)

Загрязняющий компонент	Кг/ч	Кг (Общее)
CO ₂ (Диоксид углерода)	29 574	14 787
CO (Оксид углерода)	9 197,51	4 598,8
C (Сажа)	44,36	22,2
NO ₂ (Оксиды азота)	446,57	223,3
H ₂ S (Сероводород)	29,57	14,8
SO ₂ (Оксиды серы)	35,49	17,8
HCN (Синильная кислота)	29,57	148
HCHO (Формальдегид)	14,79	7,4

На величину экологического ущерба от загрязнения влияют следующие факторы: число людей, которые могут пострадать; виды и интенсивность воздействия загрязнений; природные комплексы, на которые воздействуют загрязнения; косвенные последствия загрязнений; обратимость последствий и возможность их ликвидации, время наступления и продолжительность последствий от загрязнений; возможность проведения профилактических мероприятий и ликвидации последствий загрязнений и затраты на них.

Универсальной единицы измерения ущерба не существует. Чаще всего оценку ущерба производят в стоимостном выражении. Ущерб может быть несущественным, если он не превышает порога чувствительности экологических систем и их устойчивости, а также существенным.

Заключение

1. Информации о количественных выбросах загрязняющих веществ во время пожаров, связанных с горением нефти и нефтепродуктов, во всеобщем доступе находится мало.

2. Мы произвели расчеты вредных компонентов, произошедших в результате горения нефти и нефтепродуктов. Также нами была составлена компьютерная программа, позволяющая производить те же расчёты во много раз быстрее.

3. В дальнейшем мы планируем доработку программы. При получении доступа к некоторым другим источникам информации мы сможем произвести расчёты и составить подробную статистику приведённой нами проблемы.

4. Программа позволяет заметно упростить расчёт, что позволит в дальнейшем быстрее и проще производить оценку экономического и экологического ущерба, связанного с пожарами нефти и нефтепродуктов.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://edu.dvgups.ru/> (дата обращения: 30.03.2015).
2. URL: <http://vm.ru/news/2013/06/26/pozhar-v-hranilishche-solyarki-na-yuge-moskvi-potushen-202376.html> (дата обращения: 30.03.2015).
3. URL: http://fedpress.ru/news/society/news_event/1428498092-dva-benzovoza-zagorelis-v-novom-urengoe-voditel-poluchil-ozhogi (дата обращения: 10.04.2015).
4. URL: <http://www.krsk.aif.ru/incidents/dtp/497980> (дата обращения: 10.04.2015).

© Стаценко Н. И., Антипин В. А., 2015

УДК 614.8

СЛАДКАЯ ЖИЗНЬ: МИФ И РЕАЛЬНОСТЬ

Я. Е. Шумилина, Ю. М. Шевнина
Научный руководитель – С. М. Трухницкая, О. И. Багаева

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Был изучен состав пищевых добавок в разных сортах шоколадных изделий для оценки безопасности их употребления.

Ключевые слова: шоколад, пищевые добавки, безопасность.

A SWEET LIFE: MYTH AND REAL ACTION

Y. E. Shumilina, Y. M. Shevnina
Scientific supervisors – S. M. Trukhnitskaya, O. I. Bagaeva

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

A safety of food additions to different kinds of chocolate products were studied and analyzed.

Keywords: chocolate, nutritional supplements, safety.

Шоколад – одно из самых вкуснейших лакомств на Земле, известно миру довольно давно. Нам стало интересно, из чего же делается шоколад и полезен ли он настолько же, насколько и вкусен? История шоколада началась довольно давно – примерно 3 000 лет назад. Предполагается, что первыми стали его использовать индейцы – альмеки, цивилизация которых существовала во II веке до н. э. на территории юго-восточной Мексики, Гондураса и Гватемалы. В I веке н. э. на смену цивилизации альмеков пришла цивилизация майя. Заселив полуостров Юкатан Центральной Америки, индейцы-майя обнаружили здесь деревья какао и, как и альмеки, разбив плантации этого растения, стали готовить напиток из его семян. Считая какао божественным даром, майя молились и приносили жертвы богу какао Эк Чуахе. Какао-бобы использовались также в качестве особой валюты. В 1519 году конкистадор Эрнан Кортес завоевал часть Мексики и ее столицу Теночтитлан. Испанца заинтересовали огромные запасы сушеных какао-бобов, обнаруженные им в кладовых дворца царя Монтесумы. Хотя горький напиток из зерен какао-дерева не пришелся по вкусу испанцам, они по достоинству оценили его аромат и тонизирующий эффект. Возвратившись в Испанию, конкистадор в надежде умиливать короля, до которого уже дошли слухи о творимых им бесчинствах, привез ему в подарок какао-бобы и рецепт приготовления напитка. Королевской чете Чоколатль (переименованный в шоколад) очень понравился, и этот напиток быстро вошел в моду у испанской знати. В шоколад стали добавлять тростниковый сахар, корицу и мускатный орех, благодаря чему напиток стал намного вкуснее. Так как какао-бобы были очень дороги, их готовить и пить могли только очень богатые люди, считалось, что они настолько богаты, что пьют деньги [1].

Постепенно шоколад становился все популярнее и популярнее, в 1659 году была открыта первая шоколадная фабрика французом Давидом Шайу, а в середине XVIII века во Франции появились первые кондитерские, где посетителям предлагали любимый напиток; К 1798 году в Париже насчитывалось уже около 500 таких заведений. А в Англии знаменитые Шоколадные дома (Chocolate Houses) стали популярнее чайных и кофейных салонов. В 1819 году была создана первая в мире плитка твердого шоколада швейцаром Франсуа Луи Кайе. В шоколад стали добавлять орехи, цукаты, сласти, вино, даже пиво. В России в середине XIX века самыми крупными предприятиями были немецкая фирма «Эйнем» (впоследствии «Красный Октябрь») и французская семейная компания

«А. Сиу и К^о». Из отечественных предприятий наиболее известной была фабрика «Бабаевская», основанная Алексеем Ивановичем Абрикосовым [2].

В настоящее время количество кондитерских фабрик весьма значительно и в производстве шоколада используются разные пищевые добавки. По литературным данным [3] мы выяснили распределение пищевых добавок в разных видах шоколадных изделий, которые приводим в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Распределение пищевых добавок в шоколадных изделиях [3]

Добавка	Вероятность встретить, %	Что значит	Разрешен ли	Полезность
E476	40	Полиглицерин, стабилизатор	Да, в России, Евросоюзе и Украине	Средняя. Многие не доверяют
E492	30	Сорбитан тристеарат, стабилизатор	Да, в странах Евросоюза	Не безопасен, малотоксичен, сут. норма 25 мг/кг веса
E322	20	Лецитин, антиоксидант	Да, в России, Евросоюзе и Украине	Необходим организму
E319	10	Третичный бутилгидрохинон, антиоксидант	Разрешен в Евросоюзе и в России	Сут. норма 0.2 мг/кг веса в день, при повышении нормы до 5 г смертелен для человека

Таблица 2

Содержание добавок в исследуемых шоколадных изделиях

Название изделия	Фабрика	Содержание добавок
Ассорти Коркунов. Темный шоколад 55 %	Одинцовская кондитерская фабрика	492
Эскаминио	ОАО «Спартак»	492 322
Шоколад с ромовой начинкой	Фабрика имени Крупской, Санкт-Петербург	322 476
Ассорти	Сергиево-Посадская кондитерская фабрика	476
Детский сувенир	ЗАО кондитерская фабрика «Славянка»	476
Набор конфет себе любимой со вкусом сливки	Сергиево-Посадская кондитерская фабрика	476
Dove	ООО «Марс», Ступино	Отсутствует
Raffaello	Ferrero	Отсутствует
Lindt & Sprüngli	Швейцария	Отсутствует

Наиболее безопасными оказались кондитерские изделия Lindt & Sprüngli, Raffaello, Dove. В шоколадных изделиях Российских фабрик чаще всего (50 %) встречается добавка E476, которая является стабилизатором, и безопасности которой многие не доверяют. Кроме того, отмечена добавка E492 (20%), стабилизатор, обладающий незначительным токсичным действием.

Библиографические ссылки

1. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://www.prodobavki.com> (дата обращения: 07.04.2015).
2. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chocolate/history/> (дата обращения: 07.04.2015).
3. Electronic textbook StatSoft [Электронный ресурс]. URL: <http://www.goodsmatrix.ru> (дата обращения: 07.04.2015).

© Шумилина Я. Е., Шевнина Ю. М., 2015

УДК 614.8

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ИХ ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ¹

Н. С. Экземплярский
Научные руководители – О. И. Багаева, О. В. Бразговка

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

Рассмотрены основные вредные химические вещества используемые в промышленности. Приводятся классификация вредных веществ и основные критерии вредности химических ядов. Приведено гигиеническое нормирование вредных веществ.

Ключевые слова: токсические вещества, классификация вредных веществ, гигиеническое нормирование.

INFLUENCE OF CHEMICAL SUBSTANCES ON THE HUMAN AND HYGIENIC STANDARDIZATION

N. S. Ekzemplyarskii
Scientific supervisors – O. I. Bagaeva, O. V. Brazgovka

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsau@mail.ru

The main harmful chemicals used in industry. The classification of hazardous substances and the basic criteria for hazard chemical poisons. Powered hygienic regulation of harmful substances.

Keywords: toxic substances, the classification of harmful substances, hygienic regulation.

Наибольшую опасность для здоровья человека представляют вредные химические вещества. В практике народного хозяйства Российской Федерации используется порядка 60 тысяч химических веществ, а с развитием химической промышленности это число с каждым годом растет. Согласно ГОСТ 12.007–76 ССБТ, вредные химические вещества (пестициды, лекарства, пищевые добавки, синтетические моющие средства, красители), при контакте с которыми в случае нарушений требований безопасности могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни поколений.

В производственных условиях нередко применяют вещества, обладающие токсическими свойствами (ядовитые). В начале XIX века Орфил дал определение яду как веществу, которое в малом количестве, будучи приведено в соприкосновение с живым организмом, разрушает здоровье или уничтожает жизнь [1]. Сущности ядовитости веществ определяется количественной характеристикой взаимоотношений между химическими компонентами внешней среды и организма. Одни и те же вещества могут быть одновременно отнесены к разряду жизненно необходимых и к разряду ядов. Для примера: никель, медь, марганец в количестве нескольких миллиграммов являются структурными компонентами организма, в дозах, превышающих физиологические, оказывают вредное действие на организм. Степень токсичности того или иного вещества определяется его абсолютным качеством, вызывающим смертельный эффект. В экспериментах на животных определяют средние смертельные дозы при различных путях поступления вредного вещества в организм. Наиболее статистически достоверны смертельные дозы, вызывающие гибель 50 % животных.

¹ Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 14-16-24001.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные вещества. Классификация по характеру действия на организм человека вредные вещества подразделяют [2]:

- общетоксические (анилин, бензол, ртуть, ксилол.);
- раздражающие (хлор, аммиак, оксид азота);
- сенсibiliзирующие или аллергены (соединения никеля, металлов платиновой группы, алкалоиды и другие биологически активные вещества) вызывающие бронхиальную астму, аллергические поражения кожи, глаз;
 - канцерогенные, при попадании в организм человека могут вызвать образование злокачественных опухолей. Согласно ГН 1.1.029–95 к ним относят асбест, бензол, каменный уголь, нефтяные смолы; производства кокса, газификация угля, производства резины; солнечная радиация и табачный дым.
 - мутагенные, вызывающие изменение генетического кода клеток, наследственной информации (формальдегид, оксиды этилена, радиоактивные и наркотические вещества);
 - влияющие на репродуктивную функцию (бензол, радиоактивные вещества).

При современном развитии производства требование полного отсутствия содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны часто является нереальным или требующим неоправданно больших материальных затрат. Особую значимость приобретает гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. № 3388 (с изм. № 1 от 20 июня 2000 г.)) и ГН 2.2.5.689–98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны с дополнениями и изменениями от 10 марта 1998 г., 20 декабря 1999 г., 20 июля 2000 г. [3].

Список ПДК вредных веществ непрерывно расширяется, а величина ПДК пересматривается по мере накопления новых данных в гигиенической науке и практики.

Определение содержания вредных веществ осуществляется в соответствии с приложением 9 «Методика контроля за содержанием вредных веществ воздуха рабочей зоны» Р.2.2.2006–05 и различными методическими указаниями Минздрава РФ.

Библиографические ссылки

1. Алексеев С. В., Усенко В. Р. Гигиена труда : учебник для студ. сан-гиг. фак. мединститутов. М. : Медицина, 1988. 576 с.
2. ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. Опасные и вредные вещества. Классификация по характеру действия на организм человека.
3. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. № 3388 (с изм. № 1 от 20 июня 2000 г.)).

© Экземплярский Н. С., 2015

УДК 669.713.7

**ПРОДВИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ.
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.**

И. В. Ярв

Научный руководитель – Л. А. Герасимова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsay@mail.ru

В настоящее время сфера туризма в России представляет собой важное и интенсивно развивающееся звено экономики страны. Особую роль государство отводит продвижению экологического отдыха, в связи с этим все большее распространение получает экологический туризм.

Ключевые слова: экологический туризм, памятники природы, охраняемые природные территории, Красноярский край.

**THE PROMOTION OF ECO-TOURISM IN THE KRASNOYARSK REGION.
PROBLEMS AND WAYS OF THE SOLUTION**

I. V. Yarov

Scientific supervisor – L. A. Gerasimova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsay@mail.ru

Currently, the tourism sector in Russia is an important and rapidly growing part of the economy of the country. The state assigns to the promotion of environmental activities the special role, in this regard, ecological tourism becomes more widespread.

Keywords: Ecological tourism, nature monuments, protected natural areas, Krasnoyarsk region.

Под экологическим туризмом принято понимать путешествие с ответственностью перед окружающей средой и ненарушенным природным территориям. Главными его отличительными особенностями является возможность предотвращать негативное воздействие на природу и побуждать туроператоров и туристов содействовать охране природы и социально-экономическому развитию [1]. Актуальность данного вида туризма объясняется тем, что по оценке экспертов, именно этот вид туризма в ближайшем будущем должен получить приоритетное развитие, так как он ориентирован на щадящее, рациональное использование природных и историко-культурных объектов, воспитывает экологическое мировоззрение людей, позволяет избежать многих негативных последствий массового туризма [3].

Выделяют пять основных критериев, которым должен соответствовать экологический туризм:

- обращенность к природе использование преимущественно природных ресурсов;
- не нанесение ущерба среде обитания или минимизация этого ущерба;
- нацеленность на экологическое образование и просвещение, на формирование отношений равноправного партнерства с природой;
- направленность на сохранение местной социально-культурной сферы;
- экономическая эффективность с позиции устойчивого развития тех районов, где он осуществляется [2].

Последние десять лет продвижением России и ее отдельных туристских регионов занимались преимущественно коммерческие структуры и региональные органы власти. Для повышения интереса туристов к Красноярскому краю, ежегодно разрабатывается план по продвижению туризма на данной территории.

Красноярский край является развитым экономическим и промышленным центром Восточной Сибири, здесь регулярно проводятся значимые экономические мероприятия и форумы, реализуются крупные индустриальные проекты.

В Красноярском крае имеется 3 999 памятников истории и культуры, из них 98 имеют общероссийское значение. В самом Красноярске – символ города часовня на Караульной горе (1855), Покровская церковь (1785–1795) и Благовещенская церковь (1804–1812). Железнодорожный мост через Енисей, построенный в 1899 года, проект которого получил золотую медаль на Всемирной Парижской выставке в 1900 году [5].

В городе Енисейске, «музее под открытым небом», более 90 архитектурно-исторических памятников XVII–XVIII вв., в том числе Спасо-Преображенский монастырь и Свято-Иверский женский монастырь. Старейшее промышленное предприятие Сибири – солеваренный завод (XVIII в.) в с. Троицкое.

Кроме исторических памятников Красноярский край славится заповедниками – Столбы, Таймырский, Пutorанский, Центральносибирский, Саяно-Шушенский. А так же национальный парк Шушенский бор, федеральный заказник Елогуйский, наибольшей популярностью у туристов пользуется природный парк Ергаки [5].

Красноярский край имеет хорошие перспективы для развития туристского бизнеса, строительства баз отдыха, реконструкции оздоровительных учреждений и курортов, возведения деловых центров. Проведение грамотной целенаправленной политики в этой сфере позволит создать современный и конкурентоспособный туристский комплекс, являющийся доходной отраслью экономики края.

Согласно постановлению Правительства Красноярского края «Об утверждении государственной программы Красноярского края «Развитие физической культуры, спорта, туризма в Красноярском крае на 2014–2016 годы» Приоритетными направлениями в сфере государственной поддержки развития туризма в крае являются поддержка и развитие внутреннего, въездного и социального туризма на территории края, а именно:

- 1) создание благоприятных условий для развития туризма в крае;
- 2) сохранение туристских ресурсов, находящихся на территории края, рациональное использование природного и культурного наследия;
- 3) восстановление традиционных и открытие новых туристских маршрутов;
- 4) создание условий подготовки квалифицированных специалистов в области туризма по оказанию туристских услуг в соответствии с международными стандартами;
- 5) формирование положительного имиджа края как места, благоприятного для путешествия и отдыха, в том числе обеспечение продвижения туристского продукта края на внутреннем (на территории Российской Федерации) и мировом туристских рынках [4].

Несмотря на разнообразие направлений в области туризма, туристический потенциал Красноярского края используется далеко не в полной мере. В среднем за год край посещают около полумиллиона человек. Учитывая существующий природно-рекреационный потенциал, это довольно низкий показатель.

Наряду с положительными тенденциями, выполнение стратегических задач по развитию туристской инфраструктуры затрудняется наличием определённых факторов и не решённых проблем. Вот основные из них:

- недостаточно развитая инфраструктура туризма;
- износ материальной базы существующих туристских объектов;
- отсутствие инвестиционной программы;
- высокая стоимость транспортных услуг и низкий сервис туристского обслуживания;
- недостаточное финансирование по разработке и продвижению туристского продукта;
- недостаток в высококвалифицированных туристских кадрах [6].

Все это не дает возможности иметь сегодня доходы от этой потенциально эффективной отрасли, не способствует наполнению туристского рынка разнообразными услугами.

Правда, в последние несколько лет структура спроса существенно изменилась, появилось большое количество туристских агентств различных форм собственности. Глубокие изменения происходят в организационно-правовых и экономических структурах рекреационного туризма. Поэтому хочется надеяться, что наметившаяся активизация государственной политики позволит в будущем сформировать современную, конкурентоспособную индустрию экологического туризма в Красноярском крае.

Библиографические ссылки

1. Гуляев В. Г. Организация туристской деятельности : учеб. пособие. М. : Нолидж, 2011.
2. Зорин И. В., Квартальное В. А. Туристский бизнес и гостиничное хозяйство. М. : Финансы и статистика, 2008.
3. Чудновский А. Д., Жукова М. А. Менеджмент в туризме и гостиничном хозяйстве. М., 2010.
4. Постановление Правительства Красноярского края от 27.08.2014 № 383-п «О внесении изменений в Постановление Правительства Красноярского края» от 30.09.2013 № 518-п «Об утверждении государственной программы Красноярского края «Развитие физической культуры, спорта, туризма в Красноярском крае на 2014–2016 годы».
5. Тарасов С. Н., Григорян А. Р. Организация устойчивого жизнеобеспечения населения на особо охраняемых природных территориях. Красноярск : КГУ, 2009.
6. Бандман М. К. Анализ социально-экономических ресурсов Красноярского края : учебник. М., 2008.

© Ярв И. В., 2015

УДК 669.713.7

«ЗЕЛЕНЫЙ МАРКЕТИНГ» ИЛИ КАК РЕКЛАМИРОВАТЬ ЭКОБРЕНД

И. В. Ярв

Научный руководитель – Л. А. Герасимова

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ie.sibsay@mail.ru

В последнее время мировой рынок экологически чистых продуктов питания бурно развивается и становится популярной альтернативой потреблению вредных и экологически небезопасных продуктов. Основными причинами этого являются экологические пищевые кризисы последнего десятилетия, рост недоверия к обычным продуктам и общественные волнения по поводу вреда генномодифицированных компонентов, содержащихся в продуктах питания [1].

Ключевые слова: экологически чистые продукты, экопродукция, «зеленая» продукция, маркетинг, экологичность.

“GREEN MARKETING” OR HOW TO ADVERTISE ECOBRAND

I. V. Yarv

Scientific supervisor – L. A. Gerasimova

Reshetnev Siberian State Aerospace University
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: ie.sibsay@mail.ru

In recent times, the global market for eco-friendly food is booming and is becoming a popular alternative to the consumption of harmful and environmentally unsafe products. The environmental food crises of the last decade, the growth of mistrust to conventional products and public concerns about the dangers of genetically modified ingredients contained in food products are the main reasons for this [1].

Keywords: eco-friendly products, eco products, “green” products, marketing, sustainability.

Существует несколько основных способов ассоциировать свою компанию с удачным решением экологических проблем. Можно спонсировать существующие экологические программы, можно самому разрабатывать их, а можно производить экологические продукты. Последний способ называется «зеленым маркетингом».

Для построения успешной рекламной кампании, следует разобраться, что же понимается под экологически чистыми продуктами. ЭЧП – это продукт, произведенный из экологически чистого сырья или натуральный продукт. Также это безопасный продукт, прошедший при производстве жесткий контроль соблюдения санитарно-гигиенических стандартов, продукт, который должен храниться, транспортироваться и реализовываться только при определенных условиях [2].

Для успешной кампании, применять инструменты «зеленого» маркетинга следует по двум направлениям одновременно – привлечение внимания к продукции и, в то же время, к теме экологии и здорового образа жизни в целом.

Существуют три стратегии, благодаря которым компании могут достичь свои «зеленые» цели, а именно:

- упор на экологичность,
- покупка «зеленых» брендов,
- создание «зеленых» продуктов [4].

Суть первой стратегии заключается в том, что в ходе кампании подчеркивается экологичность нынешней продукции. В независимости от того, обладают ли этим же качеством конкурентная про-

дукция, необходимо заявить об этом потребителям. Самым простым примером является кампания по продвижению пищевой соды Arm&Hammer от Church&Dwight. При появлении на рынке «зеленой» продукции и заметного интереса потребителей к натуральности, руководство Arm&Hammer решило, что в рекламе соды надо подчеркивать этот фактор. Итогом стала кампания, в основе которой легла фраза: «С 1846 года сода Arm&Hammer чистит и устраняет неприятные запахи, не причиняя вреда окружающей среде» [5].

Следующей стратегией является возможность приобрести «зеленый» продукт. После 2000 года произошло немало громких «зеленых» слияний: L'Oréal купила BodyShop, Unilever – Ben&Jerry, Colgate-Palmolive – Tom's of Maine. При таких сделках клиентская база «зеленого» бренда заметно увеличивается благодаря разветвленной системе дистрибуции компании-покупателя. Например, уже через год после того, как Unilever приобрела Ben&Jerry, объем продаж Ben&Jerry вырос на 70 % и бренд стал лидировать на рынке высококачественного мороженого, потеснив HäagenDazs [5].

Если у компании большой опыт в области разработки инновационных продуктов и есть необходимые для этого активы, она может создавать «зеленые» технологии с нуля собственными силами. Эта стратегия требует больше времени и денег, чем первые две, но для некоторых компаний она предпочтительнее, так как заставляет их осваивать новые важные направления. Этот путь выбрала Toyota – и создала Prius. И хотя сейчас у компании немало проблем с качеством машин, эта разработка принесла немаловажный опыт компании. Prius был не первой гибридной моделью на американском рынке (Honda к тому времени уже выпустила свой Insight), но сейчас он затмил всех, в том числе Insight, на быстрорастущем рынке экологичных автомобилей [3].

Рассматривая российский рынок ЭЧП, целесообразно изначально разделить внутренний и внешний рынки. На первоначальном этапе развития внутреннего рынка в России совершенно отчетливо проявляется его импортный характер и доминирование зарубежных игроков. Немногочисленные российские производители ЭЧП, наоборот, в основном занимаются экспортом продукции за рубеж.

Ассортимент экологически чистых продуктов на российском рынке представлен либо зарубежными марками, либо продуктами сельского хозяйства местного населения. Соответственно, что и каналы продвижения и сбыта у этих видов продукции будут разными. Так, ЭЧП зарубежного производства продвигаются стандартными каналами, используя основные принципы продвижения экобренда. Продукция сельского хозяйства Красноярского края продвигается преимущественно в сети Интернет, каналом сбыта, в таком случае, является интернет-магазин по продаже «зеленых» товаров. Еще одним каналом сбыта экологически чистой продукции являются ярмарки. Реклама данных мероприятий использует стандартные каналы продвижения: телевидение, радиореклама, печатная реклама, реклама в Интернете, промо-акции и прочее.

Причинами не популярности экотоваров являются:

- Отсутствие массового спроса (продукция направлена на очень небольшой сегмент потребителей).
- Отсутствие отечественной системы сертификации ЭЧП.
- Необходимость выполнения розницей образовательной и разъяснительной работы с покупателями.
- Фермерские продукты в России относятся к премиальному сегменту, их основные потребители – это представители среднего и выше класса, то есть около 20 % россиян [6].

Основными мотивами покупки и потребления органических продуктов питания являются полезность для здоровья, отсутствие искусственных ингредиентов и консервантов, натуральный вкус и безопасность.

Россия, обладая огромным потенциалом для развития рынка экологически чистых продуктов, сегодня неспособна реализовать его вследствие отсутствия строгой правовой базы. На сегодняшний день на территории нашего государства есть все предпосылки для производства экологически чистых продуктов питания: многолетние сельскохозяйственные традиции, большие земельные площади, а также незначительное, по сравнению с европейскими странами, применение минеральных удобрений и других химических средств. И если данная возможность будет упущена, то в этом случае мы рискуем потерять позиции на данном рынке. Для выхода на мировые рынки экопродукции, а также для развития внутреннего рынка необходимо разработать условия для производства экологической продукции и гарантировать ее должную сертификацию на государственном уровне.

Библиографические ссылки

1. Денисов В. В., Гутенев В. В. Экология. М. : Вуз. кн., 2009.
2. Мизгун Ю. Г. Экология известная и неизвестная. М. : Здоровье, 2010.
3. URL: http://www.foodsmarket.info/news/content.php?id_news=59&id_groups=7 (дата обращения: 07.04.2015).
4. URL: <http://www.torgrus.com/news/11093.html> (дата обращения: 07.04.2015).
5. URL: <http://www.polylog.ru/ru/marketing-communications-community/blog-pr-btl/eco-marketing.htm> (дата обращения: 07.04.2015).
6. URL: <http://www.e-executive.ru> (дата обращения: 07.04.2015).

© Ярв И. В., 2015