

ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф.
РЕШЕТНЕВА»

При поддержке ООО РЦ "АСКОН-Енисей"

"3D ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ"

Сборник статей Всероссийской научно-
практической конференции, 19 мая 2021 г

г. Красноярск, 2021 г

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» г. Красноярск

При поддержке ООО РЦ «АСКОН-Енисей»

«3D технологии в решении научно-практических задач»

**Сборник статей Всероссийской
научно-практической конференции
19 мая 2021 г.**

г. Красноярск 2021 г.

УДК 004+621+631+712

3D технологии в решении научно-практических задач. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции - Красноярск: СибГУ, 2021.- 306 с.

Редакционная коллегия

Главный редактор: Авдеева Елена Владимировна – доктор с-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва"

Заместитель главного редактора:

Черник Денис Владимирович – кандидат техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва"

Члены редакционной коллегии:

Полетайкин Владимир Федорович – доктор техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва"

Коршун Виктор Николаевич – кандидат техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва"

Коротков Александр Анатольевич – к.с.-х.н., доцент кафедры селекции и озеленения, ответственный секретарь журнала «Хвойные бореальной зоны», ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва"

Черник Кристина Николаевна – магистрант направления 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва"

В сборнике представлены статьи, посвященные 3D технологиям, математическому и прикладному моделированию в различных сферах и отраслях профессиональной деятельности.

Материалы публикуются на языке оригинала в авторской редакции. При использовании научных идей и материалов сборника, ссылки на авторов и издания являются обязательными.

© ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва», 2021

© Авторы статей, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 3D технологии в машиностроении.....	8
ИННОВАЦИОННЫЙ ДИЗАЙН И ПРОИЗВОДСТВО МАШИНЫ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ А. М. Аль-Дарабсе, Е. В. Маркова, Д. Г. Вольсков.....	8
ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ И. Г. Балабан, А. Л. Балабан.....	13
ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БРОНЕПОКРЫТИЯ ЗАРЯДА ТВЁРДОГО ТОПЛИВА А. В. Купряшов	18
ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ САПР К МОДЕЛИРОВАНИЮ КИНЕМАТИКИ ПЛАНЕТАРНОЙ ЦИКЛОИДАЛЬНО-ЦЕВОЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ М. В. Стекольников, Л. Р. Милованова, И. А. Челышева, А. А.Салтыков.....	23
МЕХАНИЗМ ШАГАНИЯ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Е. А. Ракшин	28
ЦЕНТРИФУГА ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА Д. С. Штрекер, А. С. Чуйков, В. С. Хоршев, Б. В. Рахимов, А. И. Чеусова	31
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРЕВА УСТАНОВОК СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ М. Ю. Троян, Д. О. Попов, В. С. Хоршев, В. Н. Уланов	34
ПОДАЧА ПРОВОЛОКИ В РОБОТИЗИРОВАННОЙ АДДИТИВНОЙ УСТАНОВКЕ А. А. Куанышова, И. В. Смирнов, Н. И. Кузнецов, А. С. Габриель	38
3D МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В. С. Рымский, Д. Д. Тыклев	41
3D МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСНОГО ГРУНТОМЕТА Д. А. Беляев, И. С. Федорченко	45
СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСНОГО ГРУНТОМЕТА В ПРОГРАММЕ КОМПАС-3D Д. А. Беляев.....	47
ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ В. А. Бакач.....	51
ОБЗОР ИЗВЕСТНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ В. А. Бакач, И. С. Федорченко.....	54
СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ГРУНТОМЕТА В КОМПАС-3D В. А. Бакач, И. С. Федорченко	56
АНАЛИЗ БЕСПЛАТНЫХ OPEN SOURCE CAD-СИСТЕМ Д. А. Киселев, А. Д. Ковалев....	59
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ 3D ГРАФИКИ В ПРОГРАММЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ BLENDER А. Д. Ковалев, Д. А. Киселев.....	63
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0 Д. А. Курасов, А. Д. Ковалев, Е. Ф. Подвальная, П. А. Менщиков	67
МЕТОД БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕСТОВ ПРОДУКЦИИ М. А. Васильев	72
ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ А. П. Косых, Р. С. Б. Курбонов	74

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЯ Н. В. Микаев.....	79
АССОЦИАТИВНОСТЬ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ А. И. Поликашов, А. С. Сергеев, Д. И. Кузнецов	83
ПРИМЕНЕНИЕ САПР В РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА: ОТ 3D-МОДЕЛИ ДО ПРОГРАММЫ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ К. В. Прошкин, А. А. Богоявленский	86
ВЛИЯНИЕ ЖЁСТКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА А. Д. Селезнёв	91
ПРИМЕНЕНИЕ 3D ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ М. В. Богучарский	96
РАЗВИТИЕ 3D ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ В. В. Гремитских, Н. Ю. Гричановская.....	101
СИТУАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ – ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА М. В. Лавров.....	104
РИСК – ОРИЕНТАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ А. В. Минчева	109
ПРИМЕНЕНИЕ САПР В МАШИНОСТРОЕНИИ В. Г. Мовсисян	113
ИСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ САПР А. В. Федотов.....	118
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САД-СИСТЕМ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ МАШИН К. Н. Черник.....	121
ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ МАНИПУЛЯТОРА В T-FLEX CAD К. Н. Черник, Д. В. Черник.....	124
ПРОЦЕДУРНОЕ ТЕКСТУРИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ДИЗАЙНА ЛЕСНЫХ МАШИН И ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА Д. В. Кольчевский, А. А. Титаренко, Д. В. Кольчевский...	128
ПРИМЕНЕНИЕ 3D ПРИНТЕРА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ К. Ю. Ковалёв	134
Секция 3D технологии в садово-парковом и ландшафтном строительстве.....	140
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТОВ ХОСТ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ В СОЗДАНИИ МАЛОГО САДА Е. Г. Иванова.....	140
СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ КАРТЫ ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОЙ ФОТОКАМЕРЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ЭКСПЕРЕМЕНТА Д. А. Жулидова	143
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЛАНДШАФТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С. О. Григорьева	145
ТЕНЕВОЙ НАВЕС В ДЕТСКОМ САДУ К. Е. Французова.....	149
НОРМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ЗАЩИТНЫЕ ЗЕЛЁНЫЕ ЗОНЫ ГОРОДОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ Е. В. Потапова.....	154
3D ТЕХНОЛОГИИ В ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ С. А. Ярутин, Е. В. Статова	159
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА КАМНЕЛОМКОВЫЕ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ В СОЗДАНИИ МАЛОГО САДА В. М. Дрозд	162

ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДА НИЖНИЙ НОВГОРОД И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В. А. Королева, Н. Е. Серебрякова	166
ДРЕВОВИДНЫЕ ЛИАНЫ: ДЕКОРАТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ БСИ ПГТУ, ПРИМЕНЕНИЕ В ОЗЕЛЕНЕНИИ С. В. Абдуллаева, Н. Е. Серебрякова	170
3D МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ SKETCHUP НА ПРИМЕРЕ БАДАНА ТОЛСТОЛИСТНОГО В. М. Дрозд	174
КОМПОЗИЦИЯ В СТИЛЕ NATURGARDEN (ПО МОТИВАМ «САДОВ НОВОЙ ВОЛНЫ» ПИТА УДОЛЬФА) О. С. Рязанцева, Е. П. Хазова	177
ПОСТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВГЛТ И. Р. Панкратов, Е. П. Хазова	182
ЭКОСАД С ИМИТАЦИЕЙ СЕВЕРНОГО ЛАНДШАФТА КАК ЭЛЕМЕНТ НАПОЛНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ПАРКА Т. Ю. Желонкина, Н. Е. Серебрякова*, Ю. В. Граница	187
WIND TREE КАК СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ А. Ю. Карнаухов, А. И. Авгутин	192
СИРЕНЕВЫЙ САДИК: ИДЕЯ, ОБРАЗ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТНЫХ РЕШЕНИЙ М. Ю. Кузнецова, Н. Е. Серебрякова	195
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВХОДНОЙ ЗОНЫ В ПАРКЕ 400-ЛЕТИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА. 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ПРОГРАММЕ «НАШ САД КРИСТАЛЛ» ВЕРСИЯ 10.0 В. Д. Томышева, А. А. Духновская	200
СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ХОЛМА В ПАРКЕ 400-ЛЕТИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСК ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ «НАШ САД КРИСТАЛЛ ВЕРСИЯ 10.0» А. А. Духновская, В. Д. Томышева	205
РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ВИДОВЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ НАБЕРЕЖНОЙ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ Л. В. Косарева, Ю. В. Граница	210
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ХОДА РОСТА ЕЛИ СИБИРСКОЙ И ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В УСЛОВИЯХ УРБОСРЕДЫ Г. КРАСНОЯРСКА А. А. Извеков, Е. В. Авдеева	213
USE OF THREE-DIMENSIONAL MODELING OF GARDEN AND PARK CONSTRUCTION OBJECTS IN THE "OUR GARDEN" PROGRAM FOR THE ENVIRONMENTAL STATE OF PARK I. V. Kukhar	219
THE USE OF APPLIED COMPUTER PROGRAMS TO STUDY THE IMPACT OF THE URBAN ENVIRONMENT ON THE DEVELOPMENT OF THE HANGING BIRCH I. V. Kukhar	223
<i>Секция 3D технологии в архитектуре</i>	<i>227</i>
ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ 3Д-ПЕЧАТИ В АРХИТЕКТУРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТОВ ДИЗАЙНА А. М. Аль-Дарабсе, Е. В. Маркова, Д. Г. Вольсков	227
ТЕХНОЛОГИИ 3D В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ С. А. Ярутин, Е. В. Статова	232
ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА В СИСТЕМЕ ARCHICAD С ПОМОЩЬЮ СВЯЗАННЫХ МОДУЛЕЙ П. А. Гончаров, А. А. Федяев, Б. А. Чубуков	235
СЕМЕЙСТВА REVIT В ПРОЕКТИРОВАНИИ СООРУЖЕНИЙ А. А. Ситдикова	239
РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА НА РЕЛЬЕФЕ В. А. Жиркова	242

<i>Секция Прикладное моделирование.....</i>	<i>247</i>
МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРАКТИВНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ А. К. Блинков.....	247
УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ В VR А. К. Блинков.....	250
ПРИЧИНЫ АКТУАЛИЗАЦИИ 3D ГРАФИКИ КАК ТЕХНИЧЕСКОГО МЕТОДА И СРЕДСТВА ВИЗУАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ В ГРАФИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ Р. А. Шестерякова	254
САД МОЕЙ МЕЧТЫ Д. О. Алманова	260
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ КОМПОЗИЦИИ МАЛОГО САДА «В ДУШИСТОЙ ТИШИ» Т. В. Московкина	265
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ПРОТОТИПОВ В СРЕДЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ А. С. Коновалов, Ш. Р. Колесов	270
УРАВНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОРА - КАК СЕМЕЙСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ Е. Ф. Подвальная, П. А. Менщиков, Д. А. Киселев	273
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ CAD И CAE СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН В. О. Цубикс, С. Н. Долматов	276
ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ В САПР С. А. Витенко, В. Н. Коршун	280
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ В САПР П. А. Величко, В. Н. Коршун	283
РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТНОЙ КОМПОЗИЦИИ МАЛОГО САДА «ИЮЛЬСКИЙ ДЕНЬ» Л. Б. Орлова	286
CAD СИСТЕМЫ ДЛЯ РАБОТЫ С 3D МОДЕЛЯМИ Д. А. Беляев, К. Н. Черник	290
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСНОГО МАНИПУЛЯТОРА К. Н. Черник	293
ОБ АНАЛИЗЕ НЕКОТОРЫХ ПРОГРАММ В КОНСТРУИРОВАНИИ Д. Е. Ворошилов...	297
ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ ФЛАНЦЕВОГО ФИКСАТОРА ВАЛА В SOLIDWORKS SIMULATION Р. В. Ралдугин.....	300

ИННОВАЦИОННЫЙ ДИЗАЙН И ПРОИЗВОДСТВО МАШИНЫ ДЛЯ 3Д-ПЕЧАТИ

А. М. Аль-Дарабсе¹, Е. В. Маркова², Д. Г. Вольсков²

¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева
Российская Федерация, 443086, г. Самара, Московское ш., 34

² Ульяновский государственный технический университет
Российская Федерация, 432027, г. Ульяновск, Северный Венец, 32
E-mail: amersamarah4@gmail.com

Целью этого проекта или исследования было проектирование и производство машины для 3Д-печати с упором на то, чтобы сделать принтер очень дешевым и в то же время поддерживать высокое разрешение. Машины для аддитивного производства, доступные в настоящее время на рынке, которые имеют большой объем сборки и высокую точность, имеют среднюю стоимость конечного продукта приблизительно 700-1200 долларов США. Задача этого исследования заключалась в том, чтобы преодолеть эту ценовую категорию, создав принтер, который поддерживает высокое разрешение и размер сборки, но при этом является максимально дешевым в производстве. Таким образом, параметры, установленные для этого проекта, были бюджетом примерно 380 долларов на производство машины, которая имела встроенный размер 25 x 25 x 20 см. Станок также должен был обеспечивать высокую чистовую точность, а базовая точность была установлена на уровне 100 мкм.

Ключевые слова: 3Д-печать, аддитивное производство, метод наплавки, проектирование, инновационный.

INNOVATIVE DESIGN AND 3D PRINTING MACHINE PRODUCTION

A. M. Al-Darabseh¹, E. V. Markova², D. G. Volskov²

¹ Samara National Research University named after academician S. P. Korolev
Russian Federation, 443086, Samara, Moskovskoe sh., 34

² Ulyanovsk State Technical University
Russian Federation, 432027, Ulyanovsk, Northern Venets, 32
E-mail: amersamarah4@gmail.com

The purpose of this project or research was to design and manufacture a 3D printer aimed at making printers very cheap and high resolution. Currently, the average final cost of additional production machines available on the market with high installation capacity and accuracy is approximately \$ 700- \$ 1200. The challenge for this search was to achieve this price range by creating printers that support high resolution and total size, even if they are as cheap to manufacture as possible. Therefore, the parameters set for this project were allocated a budget of about \$ 380 to build a machine with a size of 25 x 25 x 20 cm inside. micron.

Key words: 3D printing, auxiliary manufacturing, coating method, design, novelty.

Аддитивное производство — это быстро развивающаяся область. Он произвел революцию в обрабатывающей промышленности, применив традиционные методы с точки зрения стоимости и эффективности, с которыми можно производить различные продукты. Постоянный рост и инновации в этой области не только снизили стоимость производства продуктов, но и уменьшили время, необходимое для их производства. Объекты, изготовление которых традиционными методами занимало несколько дней, теперь занимают считанные часы с использованием промышленного трехмерного принтера. Гибкость, обеспечиваемая

трехмерной печатью, также привлекательна, потому что, в отличие от традиционных методов, больше не существует больших ограничений на геометрию производимого продукта. Благодаря данным трехмерного дизайна аддитивное производство позволяет относительно легко и быстро производить различные сложные формы и конструкции. Эти фундаментальные принципы послужили поддержкой цели данного исследования [1].

Разработанный принтер имеет три оси, по которым происходит движение. Слой, на который наносится материал АБС, перемещается в направлении оси X. Ремень ГРМ и шкив, соединенный с шаговым двигателем, использовались для передачи движения станине в X-направлении. Ремень ГРМ был соединен со станиной с помощью приспособления, расположенного в центре нижней части станины. Для направления движения станины по оси X направляющие стержни из твердой нержавеющей стали были соединены со станиной с помощью приспособления, установленного на шариковой втулке. Движение по оси Y сообщалось устройству сопла и экструдера. Сопло и устройство экструдера были установлены на фиксаторах с шариковой втулкой, которые скользили с помощью направляющих стержней из быстрорежущей стали, приводимых в движение ремнем привода ГРМ, аналогичным устройству оси X. Из-за использования тяжелого портала для оси Y потребовалась более качественная и более стабильная альтернатива для движения вдоль оси Z. Если бы ремень ГРМ использовался таким же образом, как тот, который использовался для движения X-Y, это привело бы к высокому риску возникновения пробуксовки из-за веса портала. Это причина необходимости в самоблокирующейся системе, которая может быть получена с помощью ходового винта. Использовался ходовой винт, который соединялся с шариковой втулкой и приводился в действие с помощью шаговых двигателей. Использование ходовых винтов также повысило точность станка. Чтобы получить такой же высокий уровень точности в отношении механизмов ремня ГРМ, используемых в движениях X-Y, натяжение ремня было учтено на этапах проектирования и сборки [2].

Материалы, используемые при изготовлении этой трехмерной печатной машины, были тщательно изучены с учетом критериев низкой стоимости, легкого веса и простоты изготовления. Принимая во внимание эти параметры, алюминий в основном использовался для изготовления приспособлений в станке, потому что это легкий, недорогой материал и его легко обрабатывать.

Несколько других приспособлений в 3D принтере были изготовлены с использованием процесса лазерной резки. В качестве материала для изготовления этих приспособлений использовалась нержавеющая сталь из-за ее высокой прочности и способности противостоять ржавчине. Процесс лазерной резки был использован потому, что он обеспечивает прецизионную отделку деталей, чтобы облегчить их подгонку на этапе сборки [3].

Чтобы обеспечить достаточный зазор до печатного стола для поддержки встроенного объема 25 x 25 x 20 см, общие внешние размеры машины были приняты равными 50 x 50 x 45 см.

Это обеспечивало достаточно места с обеих сторон кровати, чтобы поддерживать вышеупомянутый объем. Стандартное программное обеспечение для трехмерного моделирования было необходимо при проектировании машины для трехмерной печати, поскольку оно давало четкое представление о конечном продукте и его отдельных компонентах в сборке. Для достижения этой цели использовался SolidWorks (рисунок 1).

Конструкция, полученная с помощью этого программного обеспечения, имела решающее значение с точки зрения производства, поскольку она обеспечивала более четкие размеры различных компонентов по отношению друг к другу в сборке.

Необходимые детали: построенная машина для трехмерной печати состояла из различных компонентов, которые были легко доступны на рынке, а также деталей, которые были разработаны и изготовлены с использованием полученного сырья [4].

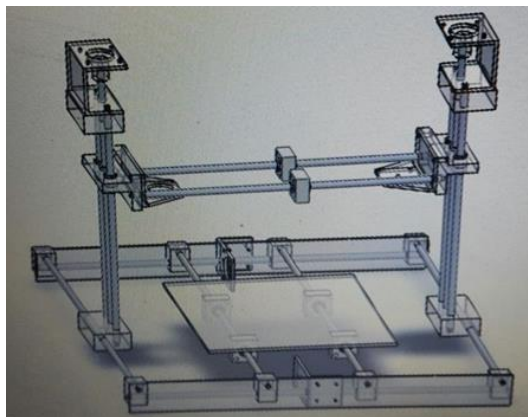


Рисунок 1 – Сборка надежной бизнес-модели

Компоненты, которые были спроектированы и изготовлены с использованием сырья, представляли собой приспособления и профили, вырезанные лазером. Крепления были изготовлены из алюминия для сохранения небольшого веса. Они были разработаны с использованием программного обеспечения для моделирования SolidWorks и изготовлены с использованием стандартных процессов обработки, таких как токарная обработка и фрезерование, в зависимости от требований. Экструзионные изделия, вырезанные лазером, были изготовлены из листа нержавеющей стали толщиной 2 мм и изготовлены с помощью станка для лазерной резки. Они были разработаны с использованием функции рисования листового металла в SolidWorks. Использование профилей для лазерной резки повысило точность машины за счет увеличения жесткости принтера и облегчения сборки. Общая стоимость сырья и механической обработки приспособлений, используемых при сборке, составила около 53 долларов США. Экструзии, вырезанные лазером, использованные при сборке, стоят около 23 долларов США. Как упоминалось ранее, некоторые компоненты трехмерной печатной машины были куплены на рынке. В основном они состояли из различных электронных компонентов, а также механических частей [5].

Обычное применение в платах управления 3Д принтером. Этот компонент контролирует движения, обеспечиваемые шаговыми двигателями, а также вытягивание нити экструдером (рисунок 2).



Рисунок 2 – RAMPS 1.4 с драйверами

Блок питания 230 В переменного тока, 5 А, 50/60 Гц: приблизительная стоимость 10 долларов США: приобретается легкий блок питания для питания подключенной к нему платы RAMPS.

Сопло и экструдер: около 100 долларов США: этот ингредиент, пожалуй, самый важный. Функция этого экструдера с одним соплом заключается в вытягивании нити с помощью встроенного шагового двигателя, в то время как сопло, которое поставляется с нагревательным элементом, расплавляет нить и откладывает ее на печатный стол [6]. Четыре

шаговых двигателя: приблизительная стоимость 9 долларов США каждый: Шаговые двигатели NEMA-17 использовались для обеспечения движения по осям X, Y и Z. Движение по этим осям было разделено на шаги, и количество шагов, используемых в любой заданной точке, было управляется моторными приводами, подключенными к RAMPS. Эта функция была очень полезна для повышения точности [7].

Горячий слой: приблизительная стоимость 13 долларов США: после того, как нить нагревается и выдавливается через сопло, она сразу же начинает охлаждаться и сжиматься. Когда этот процесс усадки не происходит равномерно по всему пластику, это приводит к явлению скручивания, когда нить откладывается на горячей поверхности, такой как горячий слой, что позволяет усадку более равномерно и качество сборки конечного продукта. очень хорошо.

Прочие компоненты: предохранитель ABS: приблизительная стоимость 20 долларов, ремни / шкивы: приблизительная стоимость 25 долларов, линейные втулки и втулки: приблизительная стоимость 50 долларов, ходовые винты: приблизительная стоимость 5 долларов, мелкие механические аксессуары (гайки, болты и т. д.) : примерная стоимость 15 долларов, мелкие аксессуары для электроники (провода, разъемы и т.д.): ориентировочная стоимость 10 долларов.

Окончательная модель трехмерного принтера показана на рисунке 3.

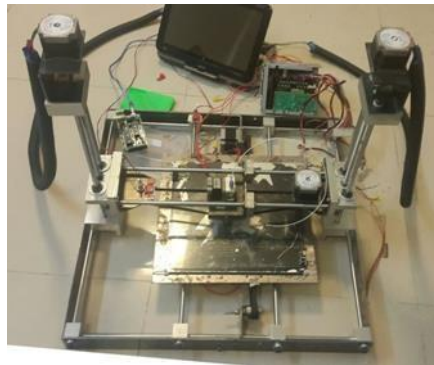


Рисунок 3 – Окончательная сборка машины

После соответствующей сборки всех вышеупомянутых компонентов была получена работающая машина для трехмерной печати. Шаговые двигатели в сочетании с ремнем и шкивом приводили в движение горячую кровать принтера, а также портал экструдера по осям X и Y соответственно. Были использованы ходовые винты, которые также приводились в действие шаговыми двигателями, чтобы обеспечить движение вдоль оси Z, удерживая весь портал экструдера. Переключатели ударов, также известные как конечные упоры, представляли собой механические элементы, которые были установлены на границах всех трех осей и служили для обеспечения исходной точки или исходного положения для команды печати, а также граничного условия для движений. Управление шаговыми двигателями осуществлялось драйверами, подключенными к плате RAMPS 1.4. Команды на плату RAMPS подавались через приложение для отправки G-кода с открытым исходным кодом, известное как Printron. Он состоит из глупого отправителя G-кода, известного как printcore, специального отправителя G-кода командной строки под названием pronterface и набора полезных скриптов. Цепочка инструментов, известная как skeinforge, также реализована, поскольку она состоит из скриптов Python, которые помогают преобразовывать данные трехмерного дизайна в инструкции G-кода. Программный компонент под названием Slic3r также используется для разделения трехмерной модели на небольшие горизонтальные слои и создания траекторий инструмента для заполнения этих слоев на основе расчетов необходимого количества нити. Эффективный набор инструментов для печати формируется, когда printron дополняется skeinforge и Slic3r.

Объем сборки. Основная цель этого проекта заключалась в разработке машины для трехмерной печати с большим объемом сборки по более низкой цене по сравнению с аналогичной машиной, доступной на рынке. Разработанный трехмерный принтер имел довольно большой объем сборки - 25 x 25 x 20 см. Низкая стоимость. Как упоминалось ранее, 3-D принтеры, доступные на рынке, со сравнительно большой стоимостью сборки примерно в пределах диапазона рупий. 40 000-70 000 (700-1200 долларов США). 3D-принтер, изготовленный таким образом, имел большой объем сборки 25 x 25 x 20 см по разумной цене ~ рупий. 25 740,00. Бесшумная работа: использование ходовых винтов в конструкции этого 3-D принтера обеспечило явное преимущество относительно меньшего шума во время работы по сравнению с другими современными моделями, представленными на рынке. Простота сборки и разборки. При проектировании принтера были приняты меры, чтобы конечный продукт можно было считать простым во время сборки или разборки. Это означает, что машина может быть установлена в любом подходящем месте путем простой сборки и разборки. Точность: использование ходовых винтов, адекватное натяжение ремня и конструкция, обеспечивающая достаточное выравнивание осей, привели к относительно высокому качеству изготовления печатных деталей. Этим можно дополнительно управлять через пользовательский интерфейс и программное обеспечение, задав скорость печати и скорость заполнения.

Библиографический список

1. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В., Миллер В.В. Роль искусственного интеллекта в роботехнике. // В сборнике: Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы - Биомедсистемы-2019 Сборник трудов XXXII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией В.И. Жулева. 2019. С. 638-641.
2. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Проблемы программного обеспечения в авиационных системах. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 7-15.
3. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В., Вольсков Д.Г. Подрыв конфиденциальности в системе адресации отчетности авиационной связи. // В сборнике: Миллионщиков-2019 Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ГГНТУ. 2019. С. 123-129.
4. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В. Система мониторинга работоспособности авиационных газотурбинных двигателей по реальным данным. // В сборнике: Миллионщиков-2019 Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ГГНТУ. 2019. С. 137-143.
5. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Развитие профессиональных компетенции для формирования коммуникативных навыков у будущих инженеров авиационной отрасли. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 164-171.
6. Маркова Е.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Влияние инноваций на экономический рост. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2019. № 2 (86). С. 72-74.
7. Маркова Е.В., Аль Дарабсе А.М.Ф., Денисова Т.В. Открытие научного проекта ИАТУ «Общение в социальных науках». // В сборнике: Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине Материалы международной научно-практической конференции посвященной 60-летию кафедры Технологии производства и переработки продуктов животноводства и 55-летию кафедры Иностранных языков. 2019. С. 289-294.

© Аль-Дарабсе А. М., Маркова Е. В., Вольсков Д. Г., 2021

УДК 621.317, 681.6

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

И. Г. Балабан*, А. Л. Балабан

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова

Российская Федерация, 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

*E-mail: i.balaban@inbox.ru

В статье приводятся достоинства использования аддитивных технологий и 3D-печати, а также алгоритм разработки, подготовки к производству и изготовления корпусов изделий методом послойного наплавления на примере интеллектуальной телеметрической системы мониторинга аккумуляторных батарей.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-моделирование, 3D-печать, телеметрическая система, мониторинг, аккумуляторная батарея.

APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN DEVELOPMENT OF INTELLIGENT TELEMETRY SYSTEM FOR MONITORING BATTERIES

I. G. Balaban*, A. L. Balaban

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)
132, Prosveshcheniya st., Novocherkassk, 346428, Russian Federation

*E-mail: i.balaban@inbox.ru

The article describes the advantages of using additive technologies and 3D-printing, as well as an algorithm for development, preparation for production and manufacturing of product cases by modeling fused deposition using the example of intelligent telemetry system for monitoring batteries.

Keywords: additive technologies, 3D-modeling, 3D-printing, telemetry system, monitoring, accumulator battery.

В настоящее время сфера аддитивных технологий, 3D-моделирования и 3D-печати является важной частью научных исследований, проектирования, прототипирования и производства самой разнообразной научно-технической продукции как в России, так и за рубежом. К областям применения таких технологий относятся промышленность и машиностроение, наука и образование, космическая и авиационная отрасль, военно-промышленный комплекс, архитектура, медицина, дизайн и другие. Использование аддитивных технологий позволяет оптимизировать (ускорить и упростить) процесс как прототипирования, так и производства малых партий изделий и единичных экземпляров благодаря невысокой стоимости и приемлемого качества выпускаемых изделий, в сравнении с аналогичными из металла и других материалов. Возможность выполнения всех этапов разработки изделий («идея–эскиз–проектирование–изготовление») дает определенную свободу при планировании работ [1, 2].

Примером изделий, изготавливаемых с применением аддитивных технологий на базе промышленных предприятий, могут быть:

- макеты устройств и лабораторных установок;
- корпуса изделий различного назначения;
- рабочие прототипы разрабатываемых приборов;
- детали для изготовления и ремонта самих же 3D-принтеров;
- литейные формы для изделий из силикона;

– декоративные, демонстрационные и сувенирные изделия.

Изготовление деталей с использованием аддитивных технологий может осуществляться [3, 4]:

- методом послойного наплавления (Fused Deposition Modeling (FDM));
- методом лазерного плавления (Selective Laser Melting (SLM));
- методом лазерной стереолитография (Laser Stereolithography (SLA));
- методом лазерного спекания (Selective Laser Sintering (SLS));
- методом многоструйного моделирования с помощью фотополимера (MultiJet Printing (MJP)).

С точки зрения качества конечных изделий, себестоимости производства и простоты обслуживания 3D-принтеров метод послойного наплавления является наиболее предпочтительным. В FDM методе используется пластмассовый филамент (PLA, PETG, ABS и другие), который плавится и послойно наносится через нагретый экструдер на рабочую область в соответствии с программным кодом, является точным и надежным методом 3D-печати, удобным как при промышленном, офисном или студийном использовании, так и в домашних условиях.

Индустрия 3D-печати не стоит на месте. В настоящее время существует большое число 3D-принтеров разнообразных конструкций и производителей, как отечественного (PICASO 3D, IMPRINTA), так и зарубежного производства (MakerBot, Ultimaker, Prusa, Creality, FlyingBear, Wanhao). Растет техническое оснащение и возможности 3D-принтеров, что позволяет облегчить их эксплуатацию. Примерами усовершенствований могут служить автоматическая калибровка печатного стола, использование беспроводных сетей передачи данных (например, Wi-Fi) для управления принтером через Web-интерфейс, контроль обрыва и наличия филамента, возможность печати сменными соплами, двумя экструдерами и т.п.

На рисунке 1 представлен алгоритм производства изделий методом послойного наплавления.

На первом этапе происходит ознакомление с исходными и справочными данными, требованиями к выпускаемому изделию.

Далее производится разработка 3D-модели с применением систем автоматизированного проектирования (САПР), примерами которых являются Компас-3Д, Fusion 360, SolidWorks и др. Данный этап является одним из наиболее трудоемких и ответственных этапов. Использование САПР позволяет воссоздать полноценный виртуальный прототип изделия, в котором должны соблюдаться все геометрические размеры, необходимые технологические зазоры и прочее. 3D-модель должна создаваться с использованием оптимального количества элементов дерева построения, иметь правильную логическую структуру, чтобы оператор 3D-принтера имел возможность проводить корректировки изделия в соответствии с возможностями печати.

Выбор расходных материалов проводится с учетом прочностных и габаритных характеристик изделия. Например, для изготовления изделия, которое должно иметь высокие прочностные характеристики и будет эксплуатироваться при высоких температурах необходимо использовать ABS пластик. При печати ABS пластиком рабочая камера 3D-принтера должна быть закрытой, температура печатного стола должна быть не ниже 90 °С, охлаждение экструдера необходимо отключить.

На этапе проверки и редактирования 3D-модели для получения оптимального результата принимается решение по выбору сопла экструдера, скорости печати, наличия охлаждения и др. Кроме того, при необходимости выполняется адаптация и доработка 3D-модели.



Рисунок 1 – Алгоритм производства изделий методом послойного наплавления

Генерация исполнительного кода (G-code) разработанной 3D-модели производится с использованием слайсера, который «нарезает» модель по слоям. Примерами слайсеров являются – Cura, Simplify3D, PrusaSlicer (Slic3r) и др. Исполнительный код, полученный на выходе слайсера содержит векторы перемещения исполнительных элементов по координатным плоскостям, температурные режимы и алгоритм управления периферийными устройствами 3D-принтера.

Подготовка 3D-принтера к печати заключается в подготовке рабочей поверхности стола принтера нанесением специальных средств, повышающих адгезию, а также в заправке прутка выбранного расходного материала.

Процесс печати не требует участия оператора, кроме периодической проверки качества производства.

После процесса печати необходимо дождаться остывания детали, после чего визуально проверить качество напечатанной детали. Далее, при необходимости, детали подвергаются механической и химической постобработке. Специальным инструментом удаляются

технологические элементы. Процесс постобработки изделий является важным этапом, который позволяет улучшить технические характеристики материалов и внешний вид. Например, с применением технологии «ацетоновые бани» для ABS-пластика или способа обработки дихлорметаном для PLA-пластика можно получить изделия, не уступающие по качеству изделиям, изготовленным на более дорогостоящих принтерах.

Выполним адаптацию приведенного на рисунке 1 алгоритма для разработки, подготовки к производству и изготовления корпусов интеллектуального устройства телеметрии и мониторинга аккумуляторных батарей (ИУТиМ АКБ) и пульта управления, входящих в состав интеллектуальной телеметрической системы мониторинга АКБ (ИТСМ АКБ).

На первом этапе выполняется экспортирование 3D-моделей печатных плат, которые входят в ИТСМ АКБ, из специализированной САПР, предназначенной для трассировки плат. Далее проводится анализ и изучение требований по компоновке ИУТиМ АКБ и пульта управления с учетом расположения разъемов, используемых для внешних подключений, кнопок управления, дисплея, присоединительных отверстий и других элементов. Пример 3D-модели печатной платы, подготовленной к экспортированию из программы трассировки, представлен на рисунке 2 [5, 6].

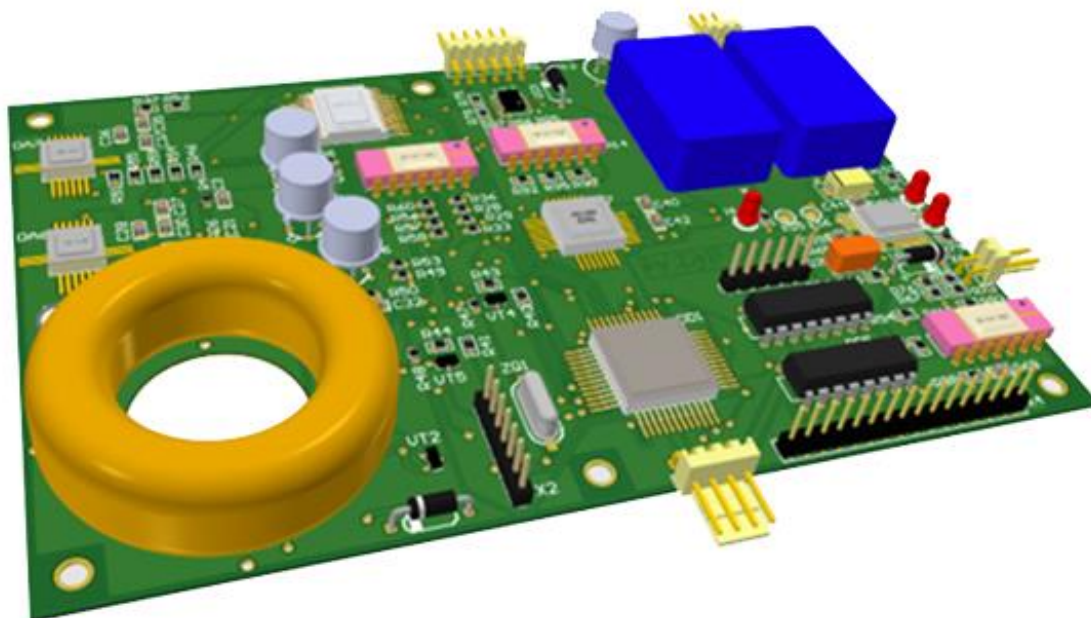


Рисунок 2 – Пример 3D-модели печатной платы

На втором этапе в программном пакете, предназначенном для 3D-моделирования, выполняется импортрование печатных плат, и начинается творческий процесс создания корпусов с учетом требований, полученных на предыдущем этапе. Результатом этапа является 3D-модели корпусов.

Так как разрабатываемые корпуса должны иметь хорошие прочностные, ударопрочные характеристики, быть стойкими к воздействию температур, то в качестве расходного материала выберем PETG-пластик.

На следующем этапе необходимо выбрать параметры печати. Для получения хорошего качества изделий выберем сопло с внутренним диаметром 0,4 мм. При печати пластиком PETG требуется настроить температуру рабочего стола в диапазоне от 65 до 80 °С, температуру экструдера – в диапазоне от 220 до 250 °С, охлаждение экструдера на первых слоях необходимо отключить для лучшей адгезии, на последующих повысить до 20 %. При этом точные настройки зависят от модели принтера и рекомендаций производителя пластика.

Далее, в слайсере выполняем импортирование в формате STL 3D-моделей корпусов, редактирование настроек печати в соответствии с выбранными на предыдущих этапах, при необходимости формируем поддержки нависающих частей и др. После чего генерируем исполнительный код – задание.

Следующий этап заключается в подготовке 3D-принтера к печати: заправке выбранного филамента, проверке калибровки стола (при необходимости), нанесении специального клея на печатный стол для улучшения адгезии.

После загрузки файла задания 3D-принтер начинает процесс печати, по окончании которой после остывания печатного стола можно снимать полученные детали, при необходимости механически обработать, удалить технологические поддержки и проверить полученное качество корпуса ИУТиМ АКБ и пульта управления.

Таким образом, на примере интеллектуальной телеметрической системы мониторинга АКБ был рассмотрен алгоритм разработки, подготовки к производству и изготовления корпусов методом послойного наплавления с применением аддитивных технологий и 3D-печати. Особенностью технологий является уникальность подхода к каждому изделию. При слайсинге моделей необходимо учитывать геометрию детали, выдерживать необходимые зазоры собираемого изделия, соблюдать температурные режимы в местах, подверженных усадке материала при печати. Выбор настроек при подготовке задания должен опираться не только на требуемые характеристики изделия, но и на используемые материалы печати и возможности принтера. Соответствие таким тонкостям производства достигается совокупностью приобретенного опыта и научно-инженерному подходу при оценке поставленной задачи.

Исследование проводится при поддержке Фонда содействия инновациям по договору № 662ГУЦЭС8-D3/63766 от 9 декабря 2020 г.

Библиографический список

1. Васильева О. О., Брувер К. Ю. Специфика продвижения аддитивных технологий на предприятиях промышленной сферы // Технологии PR и рекламы в современном обществе. – 2018. – С. 70-76.
2. Ильичбекова А. А., Горбатенко А. И. Аддитивные технологии в машиностроении // Физика и современные технологии в АПК. – 2020. – С. 209-212.
3. Астахова Т. Н., Капанов А.А., Косолапов В.В., Мещеряков Е.Е. Применение систем 3D-печати для прототипирования технических идей // Электронные библиотеки. – 2017. – Т. 20. – №. 2. – С. 110-122.
4. Муравьев А. А., Маркова Н. С., Тарапанов А. С. Перспективные направления развития и применения аддитивных технологий в машиностроении // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2018. – №. 4-1. – С. 85-96.
5. Балабан И.Г., Балабан А.Л., Ховпачев А.А., Шилин Е.В. Устройство телеметрии и контроля технического состояния химических источников тока // Computing, Telecommunications and Control. – 2020. – Т. 13. – № 3. – С. 63–74. DOI: 10.18721/JCSTCS.13306
6. Балабан И.Г., Балабан А.Л. Телеметрическая система контроля параметров химических источников тока // Труды МАИ. – 2021. – № 116. – 35 с. DOI: 10.34759/trd-2021-116-10.

© Балабан И. Г., Балабан А. Л., 2021

УДК 539.4.015

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БРОНЕПОКРЫТИЯ ЗАРЯДА ТВЁРДОГО ТОПЛИВА

А. В. Купряшов

Научный руководитель – И. Я. Шестаков

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

E-mail: KupryashovAndrey@yandex.ru

С помощью конечно-элементного исследования, численно решена задача распределения напряжений под действием нагрузки многофункционального бронепокрытия заряда твёрдого топлива, также получено значение максимальной деформации и определено максимальное напряжение в верхних волокнах бронепокрытия.

Ключевые слова: метод конечных элементов, расчёт прочности, численное моделирование, 3D технология.

A NUMERICAL METHOD FOR STUDYING THE STRENGTH OF A MULTIFUNCTIONAL ARMOR COATING OF A SOLID FUEL CHARGE

A. V. Kupryashov

Scientific supervisor - I. Y. Shestakov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: KupryashovAndrey@yandex.ru

With the help of finite element research, the author has numerically solved the problem of stress distribution under the action of the load of a multifunctional armor coating of a solid fuel charge, the researcher also obtained the value of the maximum deformation, and the maximum stress in the upper fibers of the armor coating has been determined.

Keywords: finite element method, strength calculation, numerical modeling, 3D technology.

Твёрдотопливные ракетные двигатели активно применяются в аэрокосмической технике. Их главные достоинства: высокая надёжность, длительный срок хранения, простота конструкции, меньшие затраты (по сравнению с жидкостными ракетными двигателями) на изготовление и эксплуатацию, активная способность постоянной готовности к запуску. За время эксплуатации твёрдотопливные ракетные двигатели положительно зарекомендовали себя, из-за простоты наземной эксплуатации - для обслуживания не требуется сложного наземного оборудования и многочисленного персонала на стартовой позиции. Положительные свойства позволяют активно использовать твёрдотопливные двигатели в мировой ракетно-космической индустрии для выполнения различных целей. Большинство ракетных двигателей на твёрдом топливе выполняют функцию маршевого двигателя, обеспечивая требуемое приращение скорости летательного аппарата, и используются в составе межконтинентальных баллистических и тактических ракет, ступеней ракетополетов и космических систем, аппаратов [1].

Обширный диапазон применения определяет многообразие конструкций твёрдотопливных ракетных двигателей. Различны не только конструкции элементов самого двигателя (воспаменительных устройств, тепловой полимерной защиты, камеры сгорания, зарядов топлива, сопловых блоков), но и применяемых материалов и видов топлива. Внедрение принципиально новой конструкции двигателя в производство требует правильное

определение конструктивных решений, только в этом случае возможно разработать оптимальную конструкцию всех составных частей двигателя, отличающегося высокой технологичностью, надёжностью, наиболее минимальными затратами на создание при обеспечении требуемых технических параметров [2].

Важным элементом в системе твердотопливного ракетного топлива является заряд топлива, определяющий габаритно-массовые характеристики двигателя и обеспечивающий требуемые значения его выходных параметров. Назначение зарядов твёрдого топлива определяется исходя из основных задач и предназначений двигателя, а именно:

- поддержка высокой плотности заполнения камеры сгорания двигателя топливом;
- гарантирование заданной величины тяги двигателя. Для обеспечения требуемой тяги необходимы заряды с развитой поверхностью горения;
- обеспечение заданного периода времени работы двигателя, то есть от конструкции заряда зависит величина полного импульса тяги;
- реализация постоянства поверхности горения, зависящая от тяги двигателя.

Исходя из назначения, заряд твердого топлива должен обладать достаточной прочностью при действии различных нагрузок при наземной эксплуатации и в время работы двигателя [3]. Именно поэтому заряд топлива имеет верхний наружный защитный слой – бронепокрытие. Оно наносится на те поверхности заряда твёрдого топлива, горение которых исключается из процесса горения в течение некоторого времени работы двигателя [4].

Для выявления правильности выбора материала бронепокрытия заряда твердого топлива определим распределение напряжений под действием сжимающей эксплуатационной нагрузки.

Конечно-элементное моделирование является основным точным инструментом решения задач определения прочности конструкций изделий в аэрокосмической отрасли, целью которого представляется определение напряжений конструкции при внешнем воздействии [5].

В качестве объекта исследования, с помощью программного комплекса Femap with NX Nastran, было смоделировано многофункциональное бронепокрытие покрытие заряда твёрдого топлива ракетного двигателя. На рисунке 1 представлена геометрическая модель заряда топлива с нанесённым на внешней поверхности бронепокрытием.

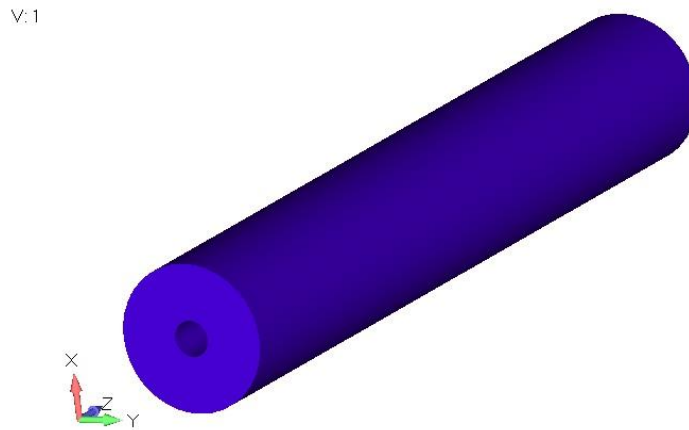


Рисунок 1 – 3D модель заряда твёрдого топлива с бронепокрытием

На рисунке 2 представлена конечно-элементная модель бронепокрытия заряда твёрдого топлива.

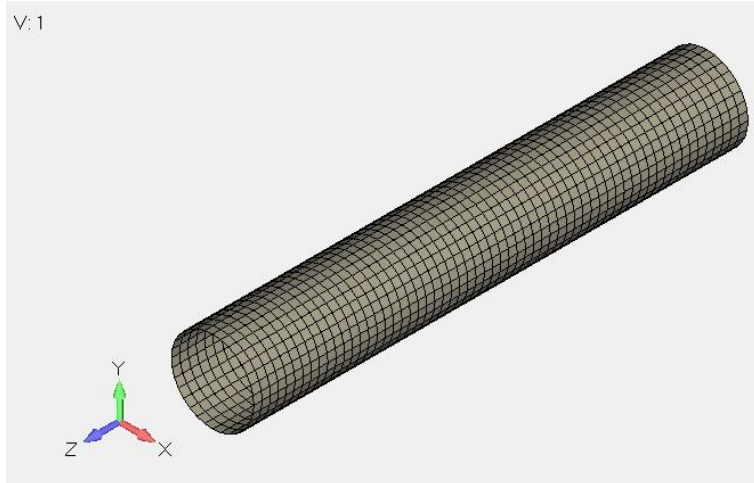


Рисунок 2 - Конечно-элементная модель бронепокрытия заряда твёрдого топлива

С помощью команд *Material* (*Model* → *Material*) и *Property* (*Model* → *Property*) создадим сложный изотропный состав материала мультиматериального бронепокрытия покрытия заряда твёрдого топлива с необходимыми свойствами и характеристиками.

На рисунке 3 представлен интерфейс процесса создания материала исследуемого объекта.

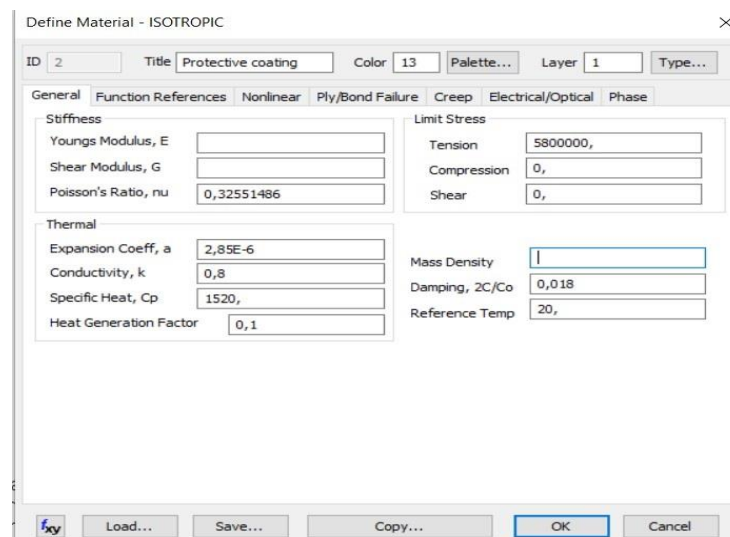


Рисунок 3 – Интерфейс процесса создания материала бронепокрытия заряда твёрдого топлива

Характеристики и параметры создаваемого композиционного материала мультиматериального бронепокрытия покрытия отобраны из [6-10]. Материал бронепокрытия изотропный, спроектирован элементом типа конечных элементов *Plate*. Толщина бронепокрытия – 1 мм.

Для более точного и детального исследования конструкции корпуса на прочность, наложим жёсткие связи на все элементы верхней торца корпуса, с помощью команды *Rigid* (*Model*→*Element*→*Rigid*). На рисунке 4 показано диалоговое окно создания жёсткого элемента. Жёсткие связи моделируются элементами типа *RBE2*, которые определяют жёсткий диск как некое твёрдое тело с шестью независимыми степенями свободы. Жёсткий элемент *RBE2* обеспечивает жёсткие неупругие взаимные перемещения, которые не обуславливаются жёсткостью, инерцией и внешней нагрузкой. На нижний торец покрытие наложим жёсткие граничные условия *Fixed* (*Model*→*Constrain*).

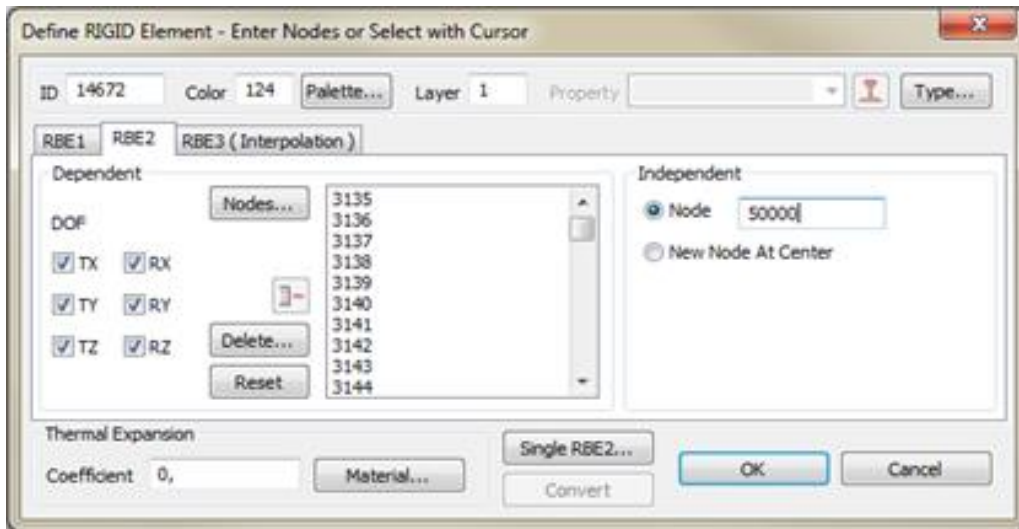


Рисунок 4 – Диалоговое окно разработки жёсткого диска

Для задания нагрузки в виде силы, приложенной к исследуемому объекту, при этом обеспечивающая равномерное распределение нагрузки, воспользуемся командой *On Surface (Model → Load)*. Нагрузка равна 1000 Н .

Для определения распределения напряжений под действием сжимающей силы воспользуемся видом исследования *Static* [11]. Для вывода результатов воспользуемся категорией вектора 7033. *Plate Top VonMises Stress* (эквивалентные напряжения в верхних волокнах покрытия, по гипотезе энергии формоизменения).

Результатом численного анализа прочности является графическое изображение деформированной модели бронепокрывтия с цветной заливкой элементов в соответствии с интенсивностью напряжений по Мизесу (эквивалентных напряжений), представленное на рисунке 5.

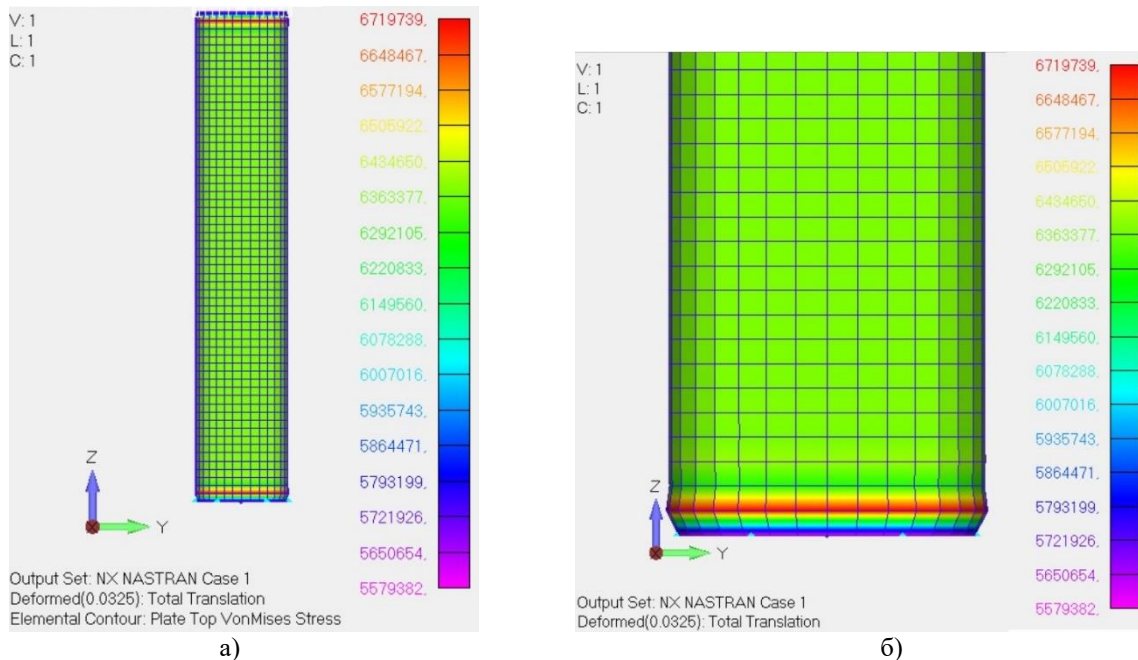


Рисунок 5 – Результаты прочностного анализа:

а – деформированная модель бронепокрывтия со шкалой эквивалентных напряжений; б – участок с максимальным напряжением

По результатам численного исследования видно, что максимальное значение деформации бронепокрывтия составляет $0,0325\text{ мм}$ (*Total Translation: Deformed*); максимальное

напряжение в верхних волокнах покрытия (в торцевой области) составляет 6,72 Мпа. То есть можно сделать вывод, что конструкция мультифункционального бронепокрытия защитного заряда твёрдого топлива имеет допустимые показатели прочности, а это свидетельствует о целесообразности использования данного состава бронепокрытия в аэрокосмической технике.

Библиографический список

1. Белов В. П. Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: учебное пособие / В. П. Белов. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2012. 90 с.
2. Ягодников Д. А. Ракетные двигательные установки. Термины и определения: учеб. пособие / Д. А. Ягодников, Н. Я. Ирьянов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 84 с.
3. Егоров М. Ю. Численное моделирование внутрикамерных процессов при срабатывании бесоплового РДТТ / М. Ю. Егоров, Д. М. Егоров // Вестник ИжГТУ. 2012. № 4 (56). С. 174-178.
4. Ершова А. А. Исследование напряженно-деформированного состояния системы «корпус-тзп-заряд» / А. А. Ершова, А. Б. Ознобишин, П.П. Еременко // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2013. № 35. С. 21-30.
5. Рычков С. П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX Nastran / С. П. Рычков // М.: ДМК Пресс, 2013. 784 с.
6. Пат. 2208007 С2 Российская Федерация, МПК С 06 В 45/22. Бронирующий состав для зарядов твёрдого ракетного топлива / Степанов Е. С., Куценко Г. Н., Онегина С. В. № 2001116490/02; заявл. 13.06.2001; опубл. 10.07.2003.
7. Пат. 2305629 С1 Российская Федерация, МПК С 06 В 21/00. Способ изготовления гранулированного бронесостава на основе термоэластопласта для зарядов твёрдого ракетного топлива / Куценко Г. В., Красильников Ф. С., Козьяков А. В. [и др.]. № 2005139876/04; заявл. 20.12.2005; опубл. 10.09.2007, Бюл. № 25.
8. Пат. 2389605 С2 Российская Федерация, МПК В 29 С 39/10. Способ гранулирования многокомпонентного бронесостава на основе термоэластопласта / Филимонова Е. Ю., Козьяков А. В., Красильников Ф. С. [и др.]. № 2008133852/12; заявл. 18.08.2008; опубл. 20.05.2010, Бюл. № 14.
9. Пат. 2660089 С1 Российская Федерация, МПК В 29 С 39/10. Способ изготовления термопластичного бронесостава / Девятериков Д. М., Филимонова Е. Ю., Шилоносоева С. А. [и др.]. № 2017129035; заявл. 14.08.2017; опубл. 04.07.2018, Бюл. № 19.
10. Цаплин С. В. Теплообмен в космосе: учеб. пособие / С. В. Цаплин, С. А. Болычев, А. Е. Романов. Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2018. 92 с.
11. Биткин С. А., Кузнецов А. Б. Проектирование твердотопливного заряда в среде 3d-моделирования CREO Parametric // Химическая физика и мезоскопия. 2017. Т. 19. № 2. С. 161-166.

© Купряшов А. В., Шестаков И. Я., 2021

УДК 627.833

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ САПР К МОДЕЛИРОВАНИЮ КИНЕМАТИКИ ПЛАНЕТАРНОЙ ЦИКЛОИДАЛЬНО-ЦЕВОЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

М. В. Стекольников¹, Л. Р. Милованова^{2*}, И. А. Челышева¹, А. А. Салтыков²

¹ ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»,
410054, Российская федерация, г. Саратов, ул. Политехническая, д.77

² ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», 127994, Российская федерация, г. Москва, ул.
Образцова, д.9, стр.9

*e-mail: sarmilovanova@mail.ru

В данной статье показан пример использования САПР при обучении студентов машиностроительных специальностей с целью формирования компетенций, связанных с применением цифровых и информационных моделей при анализе и синтезе процессов и систем. Позволяет повысить уровень усвоения студентами сложных разделов кинематики механизмов благодаря графической визуализации процесса движения звеньев механизмов.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, КОМПАС-3D, планетарный механизм, циклоидально-цевочная передача

APPLICATION OF DESIGN CAD TO MODELING THE KINEMATICS OF A PLANETARY CYCLOIDAL-PINION TRANSMISSION

M. V. Stekolnikov¹, L. R. Milovanova^{2*}, I. A. Chelysheva¹, A. A. Saltykov²

¹ Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (SSTU), 77 Politechnicheskaya street, Saratov, Russia,
410054

² Russian University of Transport (MIIT), 9b9 Obrazcova street, Moscow, Russia, 127994

*e-mail: sarmilovanova@mail.ru

This article shows an example of using CAD in teaching students of engineering specialties in order to form competencies related to the use of digital and information models in the analysis and synthesis of processes and systems. It allows students to increase the level of mastering complex sections of kinematics of mechanisms due to the graphical visualization of the movement of the links of mechanisms.

Keywords: computer-aided design systems, COMPASS-3D, planetary mechanism, cycloidal-pinion transmission

Традиционно в машиностроении разработка модели проектируемого объекта предназначается для создания на ее основе рабочей конструкторской документации (в первую очередь – рабочих чертежей). Дальнейшая работа с моделью (на этапах разработки технологии изготовления отдельных деталей и сборки всего изделия, подготовки изделия к вводу в эксплуатацию – создание демонстрационных материалов для обучения персонала, технического обслуживания и ремонта) происходит достаточно редко. При этом трудоемкость создания полноценной цифровой (3D) модели изделия оказывается достаточно высокой и, если эта модель не находит применения на других этапах жизненного цикла изделия, затраты времени на ее создание могут представляться неоправданными. Однако, современный уровень развития технологий выдвигает требования, в соответствии с которыми создание полноценной цифровой модели изделия является настоятельной необходимостью, без которой разработка технологического процесса на основе использования программно управляемых станков, аддитивных методов и формообразования с помощью концентрированных потоков энергии становится невозможным.

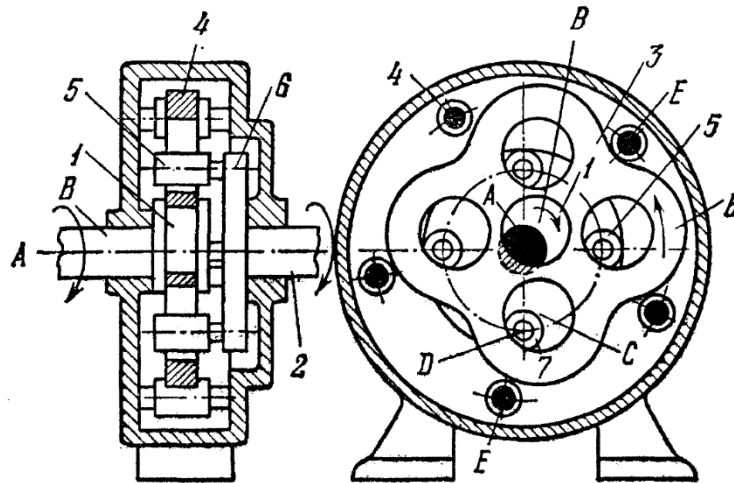


Рисунок 1 - Планетарный циклоидальный редуктор

В связи с вышеизложенным среди задач, которые решаются в процессе обучения студентов машиностроительных направлений в вузе, актуальной является формирование компетенций, позволяющих использовать САПР как инструмент создания комплексных цифровых моделей будущих изделий. В рамках этих моделей чертеж играет роль вспомогательного носителя информации о допускаемых отклонениях размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей, параметрах качества поверхностей и свойствах материала детали.

Одним из важнейших этапов разработки прототипа изделия (такого как, например, редуктор) является формирование цифровой модели, позволяющей осуществить проверку кинематики передачи. В качестве иллюстрации возьмем разработку цифровой модели планетарного циклоидального редуктора [1, 2]. Для этого создается многокомпонентная модель (сборка), например, в системе «КОМПАС» (АСКОН, Россия). Она кроме 3D-модели колеса включает в себя модели цевок (размещенных равномерно по окружности) и вспомогательные элементы, позволяющие обеспечить позиционирование компонентов в составе сборки: пространственные точки, координаты которых зависят от значения переменной $\varphi (fi)$, моделирующей изменение положения ведущего звена относительно системы координат сборки [3].

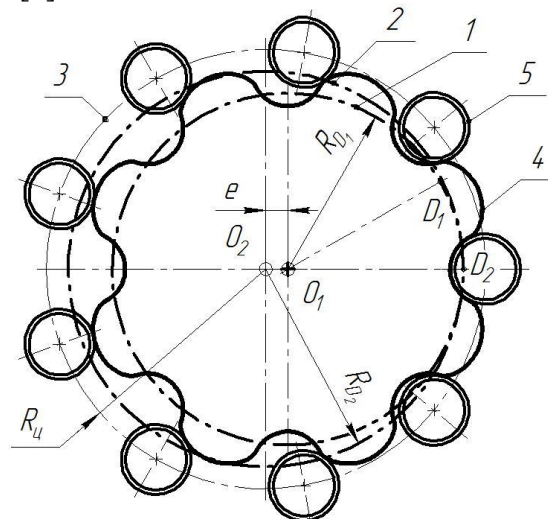


Рисунок 2 - Структура 3D-модели для анализа кинематики планетарного циклоидально цевочного зацепления

1 – начальная окружность циклоидального колеса; 2 – начальная окружность цевочного колеса; 3 – окружность, на которой расположены оси цевок; 4 – циклоидальное колесо; 5 – цевки.

Для точки O_1 (траектории перемещения оси сателлита – циклоидального колеса):

$$x = e \cdot \cos \varphi$$

$$y = e \cdot \sin \varphi$$

Для точки D_1 :

$$x = e \cdot \cos \varphi + R_{D_1} \cos \varphi / Z_K$$

$$y = e \cdot \sin \varphi - R_{D_1} \sin \varphi / Z_K$$

Для решения исследовательских задач при работе с механизмом нередко возникает необходимость формирования статичных и анимированных изображений движения частей механизма в различных системах отсчета. Изменяя значения переменной φ (φ_i), можно получать изображения, соответствующие различным этапам движения механизма.

Типичными картинками, иллюстрирующими работу механизма, являются движения так называемого обращенного механизма (при неподвижном водиле – эксцентрик) или относительное движение коронного (цевочного) колеса относительно сателлита.

Таблица 1

Математическое описание моделей работы механизма

Вспомогательные точки	Модель с неподвижным водилом (эксцентрик)	Модель с неподвижным сателлитом
O_1	$x = e$ $y = 0$	$x = e \cdot \cos \varphi$ $y = e \cdot \sin \varphi$
D_1 :	$x = e \cdot \cos \varphi$ $y = e \cdot \sin \varphi$	$x = e \cdot \cos \varphi + R_{D_1} \cos \varphi / Z_{II}$ $y = e \cdot \sin \varphi + R_{D_1} \sin \varphi / Z_{II}$
O_2	$x = 0$ $y = 0$	$x = 0$ $y = 0$
D_2 :	$x = R_{D_2} \cos Z_K \cdot \varphi / Z_{II}$ $y = R_{D_2} \sin Z_K \cdot \varphi / Z_{II}$	$x = 0$ $y = R_{D_2}$

Начальные окружности цевочного колеса (1) радиусом R_{D_2} и циклоидального колеса (2) радиусом R_{D_1} перекатываются друг по другу без проскальзывания. При этом выполняются соотношения:

$$R_{D_2} = R_{D_1} + e$$

$$\frac{R_{D_1}}{R_{D_2}} = \frac{Z_{II}}{Z_K}$$

Для моделирования движения этих колес в зацеплении в состав сборки вводятся вспомогательные точки O_1 , O_2 , D_1 , D_2 значения координат которых являются функциями параметра φ_i , играющего в модели роль времени. В зависимости от типа моделируемого движения формулы, определяющие значения этих координат, соответствуют таблице 1. При размещении в сборке компонентов (рис.2): цевочного колеса (сборки, состоящей из Z_{II} цевок (5), расположенных по окружности (3) радиуса R_{II} с центром в начале координат) и циклоидального колеса (4) обеспечивается совпадение осей этих колес (ось Z этих моделей) с точками O_1 и O_2 соответственно. Угловое положение моделей колес определяется

совмещением точек D_1 и D_2 в сборке с соответствующими точками в составе компонентов: $D_1(R_{D_1}, 0, 0)$ - для циклоидального колеса; $D_2(R_{D_2}, 0, 0)$ - для цевочного колеса.

Результаты моделирования в виде стоп-кадров, соответствующие различным значениям параметра f_i , представлены на рис. 3.

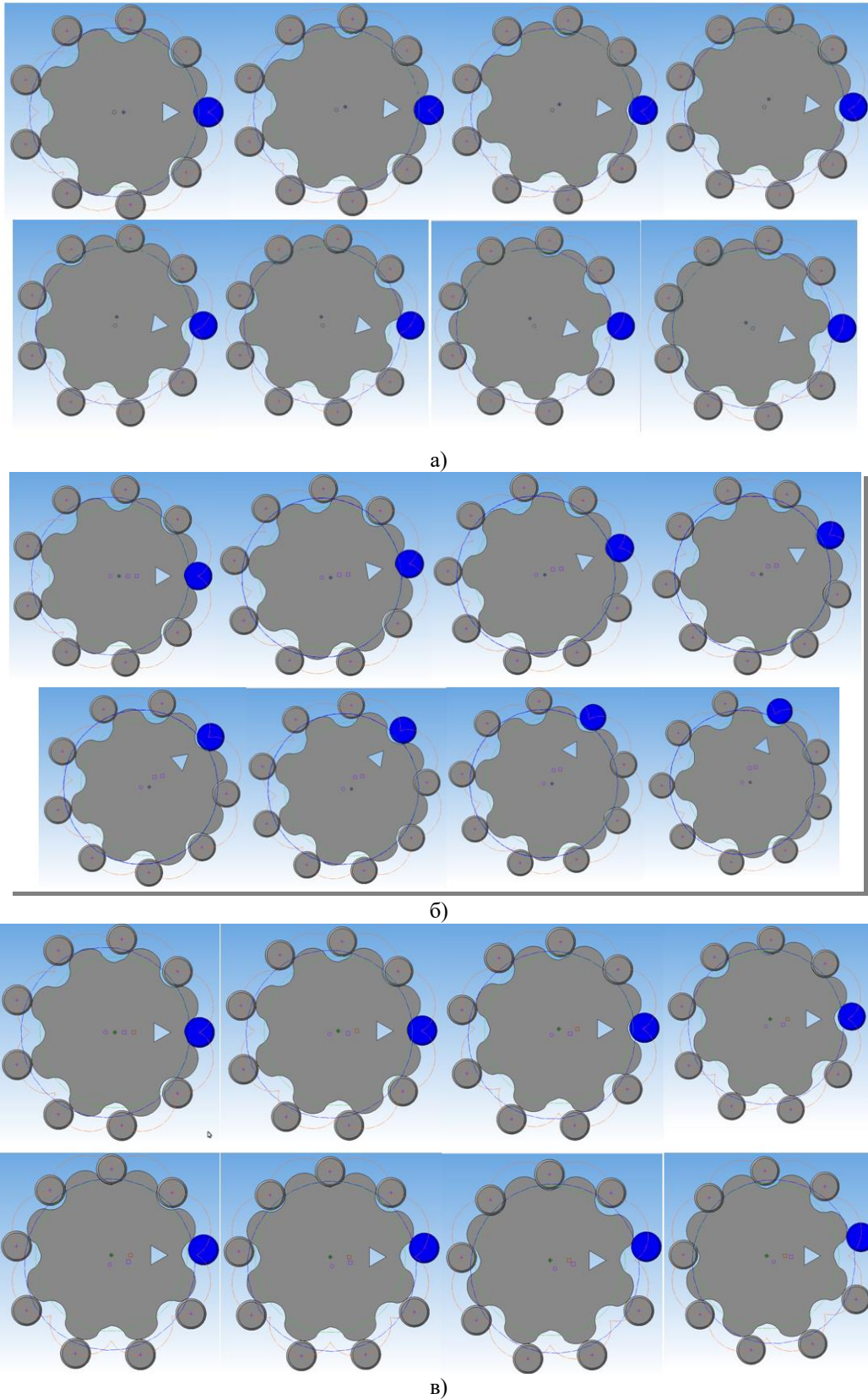


Рисунок. 3 - Стоп-кадры результатов моделирования

При планетарном движении (рис.3-а) цевочное (коронное) колесо неподвижно. Циклоидальное колесо является сателлитом, ось которого перемещается по окружности радиуса e относительно оси коронного колеса.

При моделировании внутреннего зацепления колес с неподвижными осями (рис. 3-б) точки O_1 и O_2 остаются неподвижными, а точки D_1 и D_2 сборки перемещаются по окружностям с центрами в точках O_1 и O_2 соответственно.

На рис.3-в представлен результат моделирования обращенного планетарного движения, в котором циклоидальное колесо является неподвижным, а сателлитом является цевочное колесо, ось которого движется по окружности радиусом e , относительно циклоидального колеса.

Таким образом, на основе описанного выше примера может быть проиллюстрирована возможность использования САПР как инструмента, позволяющего визуализировать кинематику работы механизма, оперируя аналитическими формулами и геометрическими объектами, характерными для работы с расчетными схемами. Кроме этого, устанавливая связь вышеперечисленных объектов с реалистичными цифровыми моделями компонентов механизма, САПР позволяет визуализировать и проводить анализ кинематики механизма на уровне доступном при использовании натурных моделей (а по ряду параметров и превосходить их). Другими словами, САПР позволяет объединить в рамках одной модели возможности, характерные для исследования механизмов на базе, как расчетных моделей, так и материальных прототипов, макетов.

Библиографический список

1. Артоболевский, И. И. Механизмы в современной технике [Справочное пособие]: в 7 томах. Т. IV: Зубчатые механизмы. — Изд. 2-е перераб. и доп. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. — 592 с.
2. Зубчато-цевочный механизм (планетарный с внутренним зацеплением, с изменяемым направлением вращения выходного колеса) <https://azbukametalla.ru/mekhanizmy/chast-4/zubchato-tsevochnye-mekhanizmy/1545-2440-2443-mekhanizmy-mnogozvennye-obshchego-naznacheniya.html>
3. Щербаков, Н.Р. Математическое и компьютерное моделирование динамического состояния систем передачи движения [Текст]: дис. на соискание уч. степени д. ф-м. наук. — Томск: ТГУ, 2009. — 213 с.

© Стекольников М. В., Милованова Л. Р., Чельшева И. А., Салтыков А. А., 2021

УДК 621.865.8

МЕХАНИЗМ ШАГАНИЯ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Е. А. Ракшин

Научный руководитель – А. Н. Тимофеев

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Российская Федерация, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
avemaria332@mail.ru

В данной работе изложен анализ типовых движителей планетоходов и одна из их модификаций в виде колёсно-шагающего движителя (КШД).

Ключевые слова: планетоход, машиностроение, мехатроника, механизм шагания

MOBILE ROBOT WALKING MECHANISM

E. A. Rakshin

Scientific supervisor – A. N. Timofeev

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29, Polytechnic str., St. Petersburg, 195251, Russian Federation
avemaria332@mail.ru

This paper presents an analysis of typical rover movers and one of their modifications in the form of a wheel-walking mover.

Keywords: rover, mechanical engineering, mechatronics, walking mechanism

Главная задача, которая ставится при разработке космической техники – минимизация внекорабельной деятельности (ВКД) для экипажа в открытом космосе. Наличие, в первую очередь, научно-исследовательских автономных робототехнических систем значительным образом увеличит эффективность исследований, упростит проведение экспериментов в опасных для человека космических условиях.

Одной из основных конструкторских проблем при разработке автономной космической техники является её низкая пригодность к ремонтным работам. Поэтому в данной отрасли в последнее время наблюдается тенденция применения модульных конструкций с унифицированными соединениями.

Целью работы является определение тенденций при разработке современных движителей планетоходов с помощью 3D технологий. В результате предлагается модификация принципа перемещения, основанная на добавлении механизма шагания к колёсной базе планетохода. Проводится моделирование в САПР “SolidWorks”.

Основное назначение планетохода – изучение поверхностного грунта. Функционально эту исследовательскую задачу (рис. 1) выполняют манипуляционные системы, пенетраторы, анализаторы грунта. Лаборатории по исследованию грунта могут располагаться как на Земле, так и внутри самого планетохода.

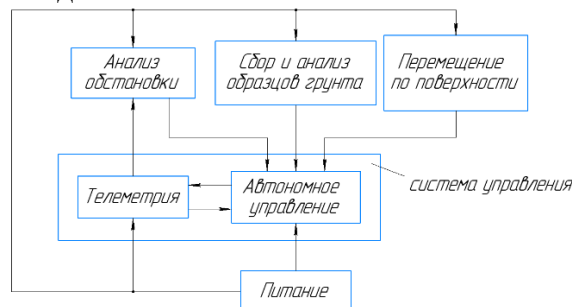


Рисунок 1 – Функциональная схема планетохода

В отличие от земных транспортных средств, планетоходы передвигаются по неподготовленной и малоизученной поверхности, поэтому на движитель накладываются высокие требования к проходимости и устойчивости.

Основное внимание при выборе движителя ориентировано на колёсные, гусеничные и шагающие виды. Значительно меньшее внимание уделяется другим типам движителей, так как они не могут обеспечить противоречивые требования к лёгкости конструкции и высокой проходимости [1]. В таблице 1 приведено сравнение характеристик наиболее распространённых движителей.

Таблица 1

Сравнительная таблица характеристик распространённых движителей

Движитель	Преимущества	Недостатки
Колёсный	Высокая скорость перемещения	Низкий удельный КПД
Гусеничный	Лучшие массогабаритные характеристики	Высокий риск отказа
Шагающий	Высокая проходимость	Низкая скорость перемещения

С учётом различных условий движения планетохода, требование по сохранению энергоэффективности породило особый движитель, сочетающий в себе положительные свойства колёса и шагания – колёсно-шагающий движитель (КШД).

В общем исполнении КШД может быть представлен как мотор-колесо на выходном звене шагающего механизма. При такой компоновке колёсный движитель выполняет основные маршевые перемещения по поверхности, а шагающий привод повышает манёвренность планетохода.

В результате обсуждения с экспертами из ЦНИИ РТК, предложен одноподвижный механизм шагания Чебышёва (рис. 2 а, б). Такой выбор объясняется тем, что кинематика механизма обеспечивает большую длину шагания относительно его габаритов по сравнению с прочими одноподвижными механизмами [2].

Поэтапный процесс шагания изображён на рисунке 3. При застревании в рыхлом грунте (рис. 3, а) разблокируются механизмы шагания. Производится последовательное шагание (рис. 3, б, в) всех четырёх колёс. Последовательность шагания зависит от окружающих условий и может быть выбрана по одному из нескольких вариантов [3]. После каждого переноса выходного звена механизма шагания, колесо, вращаясь на месте, образует устойчивую уплотнительную лунку. В конце цикла шагания (рис. 3, г) шагающие механизмы начинают одновременную работу, в результате чего корпус планетохода переносится вперёд. Если планетоход всё ещё находится в рыхлой области грунта, цикл шагания повторяется, причём образованные уплотнённые опорные лунки помогают перешагивать задним колёсам. Такой принцип перемещения называется шаганием след в след [4].

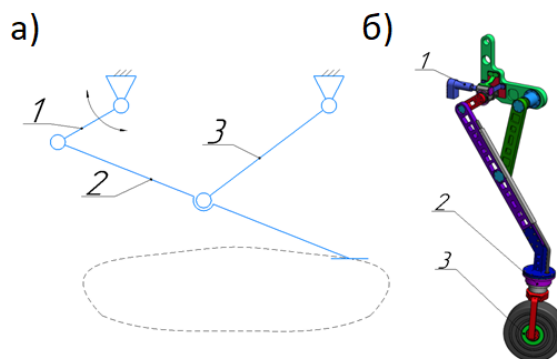


Рисунок 2 – кинематическая модель и 3D модель КШД

а) упрощённая кинематическая схема: 1 – кривошип; 2 – коромысло; 3 - шатун; б) 3D-модель: 1 – привод механизма шагания; 2 – привод поворота колеса; 3 – привод мотор-колеса

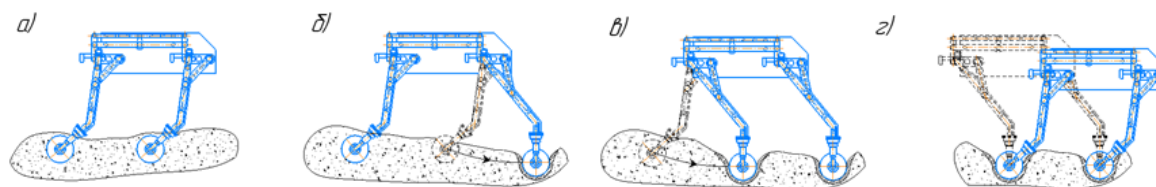


Рисунок 3 – принципиальная схема цикла шагания

а) застревание в рыхлом грунте; б) перемещение передних колёс под слоем рыхлого грунта; в) перемещение задних колёс; г) активация всех механизмов шагания и перевод в исходное положение; д) образование опорной лунки

Из зависимости потребного момента на выходном валу привода механизма шагания от его углового положения (рис. 4, а) следует отметить знакопеременное значение момента. Предполагается, что в областях с этим значением возможно уменьшение питания на приводе движителя с целью экономии энергии.

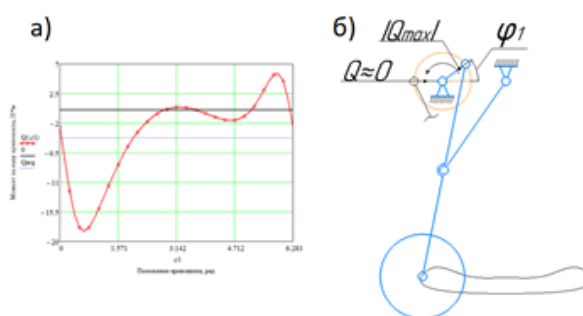


Рисунок 4 – результат анализа задачи прямой динамики

а) зависимость момента от углового положения вала кривошипа; б) положение МШ при его максимальной нагрузке

Выводы

В данной работе проведён анализ типовых движителей планетоходов с обоснованием выбора КШД. Для выбранного движителя проведён анализ его кинематики и динамики при различных расчётных случаях, а также подобран привод механизма шагания. Так как работа космической техники в качестве автономных устройств предполагает максимальную экономию энергии, перспективной является разработка мехатронных устройств, способных работать в генераторном режиме. Актуальность данной работы высока, так как в ЦНИИ РТК в течение ближайших лет планируется разработка нового лунохода российского производства.

Библиографический список

1. Планетоходы / А.Л. Кемурджиан, В.В. Громов, И.Ф. Кажукало и др.; Под ред. А.Л. Кемурджиана. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 400 с.: ил.
2. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. В 7 томах. Т. II: Кулисно-рычажные и кривошипно-ползунные мезанизмы – 2-е изд., переработанное. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 560 с.
3. Ракшин Е.А. Решение обратной задачи динамики для компенсатора смещения центра масс и типовая циклограмма работы приводов колёсно-шагающих движителей легконагруженного планетохода [Текст] / Е.А. Ракшин // Машиностроение: новые концепции и технологии: сб. статей. – Красноярск, 2020. – С. 153-157.
4. А. с. № 698830 (СССР). Способ передвижения транспортного средства с колёсно-шагающим движителем/ А. Л. Кемурджиан, В. В. Громов. И. Ф. Кажукало. – Оpubл. в БИ, 1979, № 43, М. Кл. В 62d 57/02.

© Ракшин Е. А., 2021

УДК 693.542.5

ЦЕНТРИФУГА ДЛЯ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д. С. Штрекер, А. С. Чуйков, В. С. Хоршев, Б. В. Рахимов, А. И. Чеусова

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Российская Федерация, 195251,
г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
E-mail: shtreker.denis@gmail.com

Разработана центрифуга для перемешивания металлических порошков в условиях аддитивного производства. Построена трехмерная модель центрифуги в системе 3D-проектирования SolidWorks.

Ключевые слова: центрифуга, перемешивание металлических порошков, аддитивное производство, трехмерная модель, SolidWorks.

THE METAL POWDERS MIXING CENTRIFUGE FOR ADDITIVE MANUFACTURING

D. S. Shtreker, A. S. Chuikov, V. S. Khorshev, B. V. Rakhimov, A. I. Cheusova

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29, Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251,
Russian Federation
E-mail: shtreker.denis@gmail.com

The article proposes the metal powders mixing centrifuge for additive manufacturing. The article also presents centrifuge three-dimensional model made in the SolidWorks 3D-design system.

Keywords: centrifuge, metal powders mixing, additive manufacturing, three-dimensional model, SolidWorks.

Наиболее перспективным направлением развития в современном машиностроении является использование аддитивных технологий, в том числе, использование прямого лазерного выращивания, в основу которого положен принцип управляемого формирования изделия за счет локального ввода материала в необходимое место. В качестве расходных материалов могут использоваться металлические порошки, обеспечивающие прочностные характеристики на уровне литых деталей [1,2].

Использование аддитивных технологий позволяет создавать детали различных конфигураций, предоставляет возможность создавать градиентные материалы по структуре, химическому составу и плотности. Изделие формируется путем спекания или оплавления порошка на поверхности изделия, из-за чего к структуре металлического порошка предъявляются высокие требования [3,4].

На кафедре «Автоматы» Санкт-Петербургского Политехнического университета была поставлена задача создания центрифуги для перемешивания металлических порошков в условиях аддитивного производства. Актуальность подобной центрифуги обуславливается компактностью и модульностью разрабатываемого устройства, а также возможностью автоматизации технологии перемешивания, которая ранее выполнялась вручную.

На первом этапе разработки была синтезирована кинематическая схема устройства, представленная на рисунке 1.

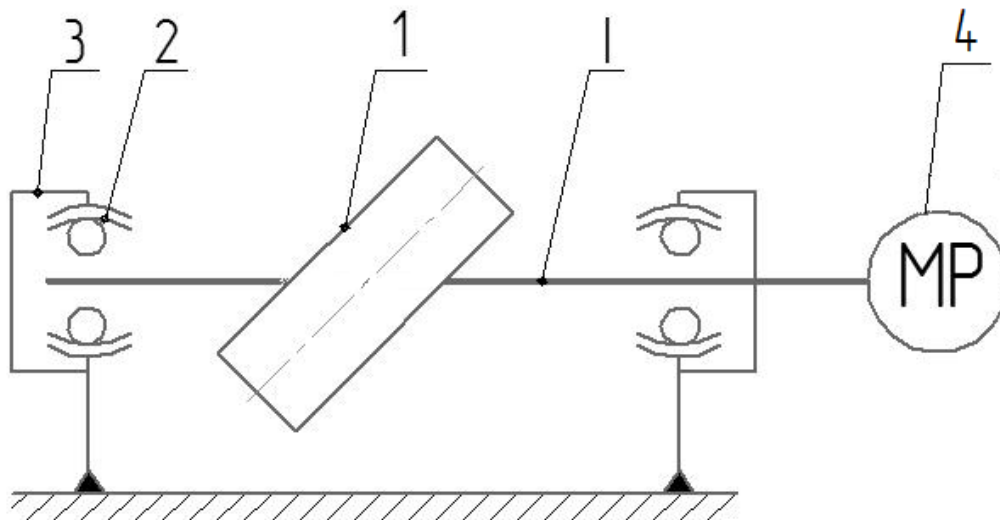


Рисунок 1 – Кинематическая схема установки

Основными элементами устройства являются вал I, на котором закреплена труба 1, внутренним диаметром 150 мм и длиной 350 мм, внутри которой располагается ёмкость с металлическим порошком. Фиксация ёмкости осуществляется при помощи винтов, резьбовые отверстия под винты расположены на трубе в шахматном порядке с шагом 40 мм. Вращение вала происходит в самоустанавливающихся подшипниковых узлах 2, установленных в кронштейнах 3 за счет мотор-редуктора 4.

В программном пакете САПР SolidWorks была разработана трехмерная модель центрифуги для перемешивания металлических порошков (рисунок 2, а), при помощи модуля SolidWorks Simulation проведены необходимые жесткостные и прочностные исследования конструкции, разработаны чертежи деталей и выполнены сборочные чертежи. Для облегчения сварной конструкции в кронштейнах и основании устройства выполнены симметричные отверстия, для обеспечения требуемой жесткости конструкции у вертикальных кронштейнов предусмотрены треугольные косынки. Для удобства перемещения в основании устройства предусмотрены отверстия.

Наиболее сложной задачей при разработке предлагаемой центрифуги являлся выбор мотор-редуктора. Опираясь методиками расчета [5], был подобран мотор-редуктор со следующими техническими параметрами:

- Червячный мотор-редуктор постоянного тока WG3929;
- Мощность – 19 Вт;
- Скорость – 84 об/мин;
- Крутящий момент – 2,3 Н·м;
- Напряжение питания – 12 В;
- Максимальный ток – 1,6 А.

Центрифуга было изготовлено и собрано, в настоящий момент установлено в лаборатории научно-исследовательского корпуса ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого» (рисунок 2, б). Габаритные размеры устройства – 700x500x400 мм. Масса устройства – 22 кг.

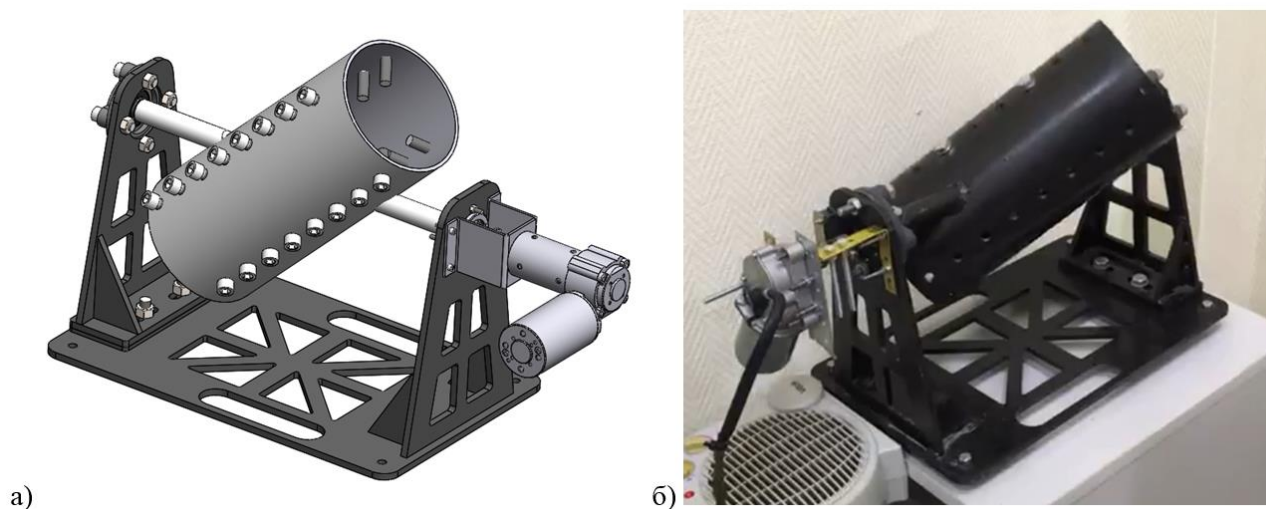


Рисунок 2 – Центрифуга для перемешивания металлических порошков:

а – трехмерная модель; б – центрифуга для перемешивания металлических порошков в лаборатории научно-исследовательского корпуса ФГАОУ ВО «СПбПУ Петра Великого»

Выполненные работы по изготовлению центрифуги для перемешивания металлических порошков позволяют оценить целесообразность использования крайне дорогих и высокотехнологичных методов перемешивания металлических порошков и рассмотреть их возможные бюджетные альтернативы. Полученные результаты являются удовлетворительными, что позволяет рассматривать подобную концепцию установки для её применения в более крупных масштабах производства.

Библиографический список

1. Сомонов В. В., Туричин Г. А., Земляков Е. В., Бабкин К. Д., Климова-Корсмик О. Г. Прямое лазерное выращивание изделий из порошковых материалов: принцип, оборудование и материалы // Технические науки в России и за рубежом: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2016 г.). – М.: Буки-Веди, 2016. – С. 34-38.
2. Валиев Р. Р., Щербаков П. В., Заботин А. С., Залевский Т. Г. Автоматизированный комплекс аддитивной наплавки и механообработки // Научный форум с международным участием "Неделя науки СПбПУ". Институт металлургии, машиностроения и транспорта СПбПУ. СПб. – 2017. – С. 74-76.
3. D. Masailo, A. Orlov, V. Sufiyarov, A.Volkov. A processing center for using digital hybrid technologies, SHS Web of Conferens 44, 2018. doi: 10.1051/shsconf/20184400059.
4. A. Popovich, V. Sufiiarov, Metal Powder Additive Manufacturing, New Trends in 3D Printing, IntechOpen, 2016. doi: 10.5772/63337.
5. Электропривод и автоматика. Проектирование механизмов приводов технологических машин и оборудования: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям техники и технологии / А. Н. Тимофеев; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т. - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2008. - 140 с.

© Д. С. Штрекер, А. С. Чуйков, В. С. Хоршев, Б. В. Рахимов, А. И. Чеусова, 2021

УДК 67.05

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРЕВА УСТАНОВОК СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

М. Ю. Троян, Д. О. Попов, В. С. Хоршев, В. Н. Уланов

Научный руководитель – Волков А. Н.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Российская Федерация, 195251,
г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
E-mail: troyan.m.y@gmail.com

Представлена схема экспериментального 3D – принтера с технологией селективного лазерного плавления. Описана технология селективного лазерного плавления. Произведена симуляция теплообмена.

Ключевые слова: модуль нагрева, теплообмен, селективная лазерная печать, аддитивные технологии, 3D – печать.

RESEARCH OF THE HIGH – TEMPERATURE HEATING SYSTEM FOR SELECTIVE LASER MELTING EQUIPMENT

M. Y. Troyan, D. O. Popov, V. S. Khorshev, V. N. Ulanov

Scientific supervisor - Volkov A. N., professor, doctor of technical sciences

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29, Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251,
Russian Federation.
E-mail: troyan.m.y@gmail.com

The article presents a diagram of an experimental 3D printer for selective laser melting technology. The article also describes the selective laser melting technology and performs heat transfer simulation.

Keywords: heating module, heat exchange, selective laser melting, additive technologies, 3D print.

В современном мире широкое распространение получили аддитивные технологии. Принцип данных технологий основан на послойном создании геометрии деталей и заготовок из различных материалов. В машиностроении, как правило, изготавливаются детали из металлов и металлических сплавов, сырьем для такого выращивания является порошок, но может быть и проволока.

На сегодняшний день существует множество технологий для создания металлических 3D деталей из порошка, наиболее распространенной и перспективной является технология селективного лазерного плавления [1]. Технология заключается в том, что слой порошка сначала нагревается, а затем плавится лазером, мощность которого достигает до 1 кВт. Селективное лазерное плавление позволяет выращивать детали различной степени сложности (рис. 1).



Рисунок 1 – Пример детали сложной конфигурации изготовленные по технологии селективного лазерного плавления

Несмотря на обширный выбор аддитивных технологий, в машиностроении большое распространение получили установки с технологией селективного лазерного сплавления. Описание работы такой установки:

Установка селективного лазерного плавления включает в себя: лазер, систему зеркал, устройство для нанесения слоя, разравнивающее устройство (ракель), поршень и плиту.

В начале рабочего хода плита находится на одном уровне с камерой. Далее специальное устройство наносит материал в порошковом состоянии на плиту. Заданную толщину порошка позволяет добиться ракель. Необходимость использования системы зеркал обусловлена тем, что при производстве деталей требуется высокая точность лазерного луча. Поршень имеет нагревательный элемент, который позволяет разогреть камеру и порошковый материал до 800°C . Такой температурный режим позволяет получить большую пластичность металлического порошка и увеличить производительность всей установки [2]. Схема работы механизма представлена на рисунке 2.

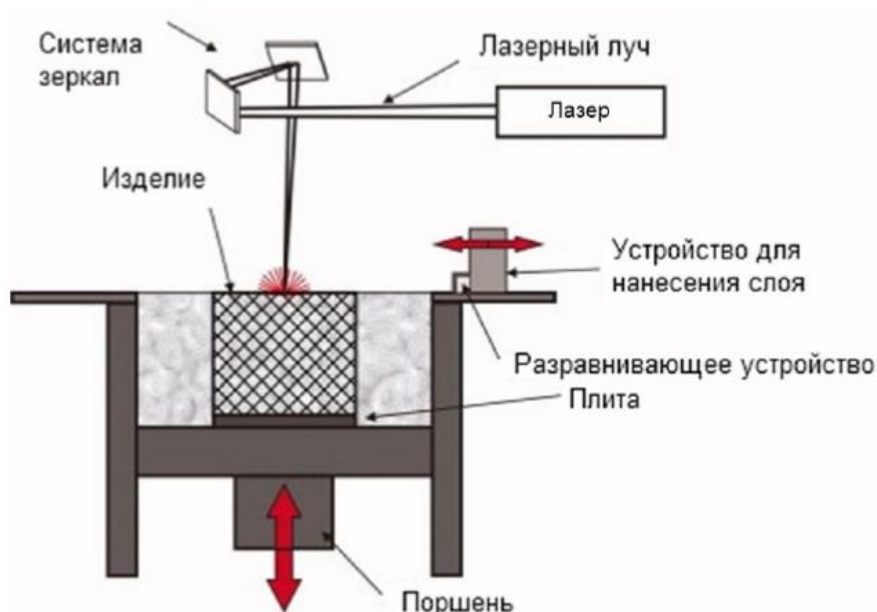


Рисунок 2 – Экспериментальный принтер с технологией селективного лазерного плавления

Для получения качественной структуры изделия очень важно произвести качественный температурный расчет. Иначе очень высок риск брака, основной причиной которого будет являться большое количество пор [3].

На рисунке 3 изображена схема, наглядно показывающая конструктив нагревательного элемента.

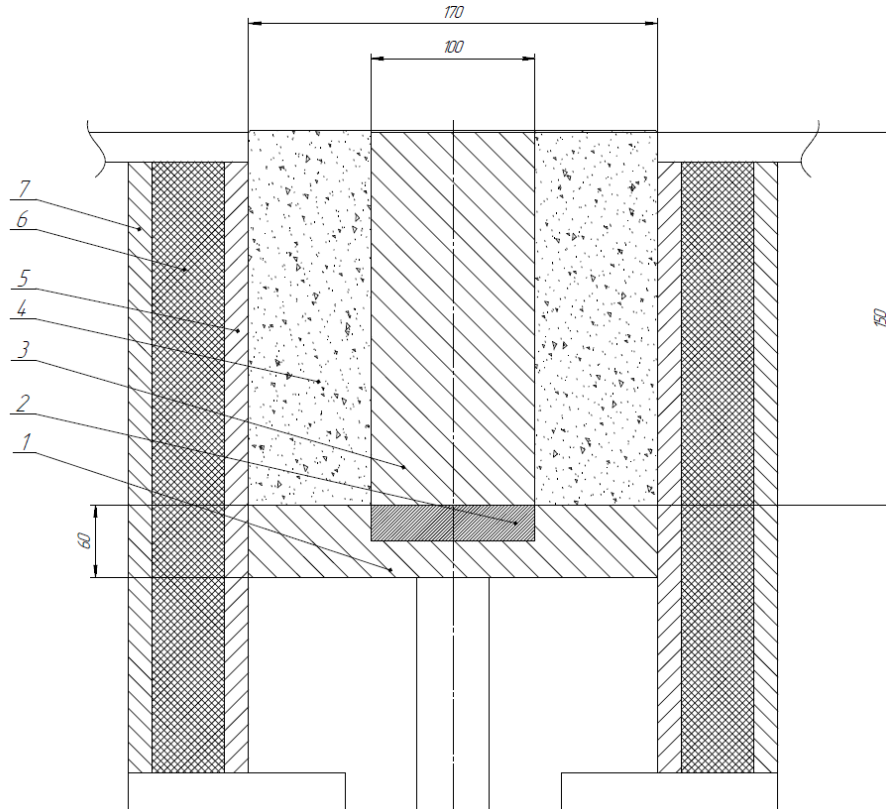


Рисунок 3 – Нагревательный элемент

1 – поршень; 2 – нагревательный элемент; 3 – готовое изделие; 4 – металлический порошок; 5 – внутренняя стенка нагревательного модуля; 6 – теплоизоляционный материал; 7 – внешняя стенка нагревательного модуля

Исследуемый вариант экспериментального модуля высокотемпературного нагрева состоит из: нагревательного элемента, двух стенок и изоляционного материала, который располагается между ними [4]. Это предотвращает тепловые потери, тем самым повышается энергоэффективность установки. Для создания симуляции теплообмена в установке, была создана 3D – модель в SOLIDWORKS Simulation (рис. 4). Данная симуляция учитывает теплоизлучение, а также влияние конвекции.

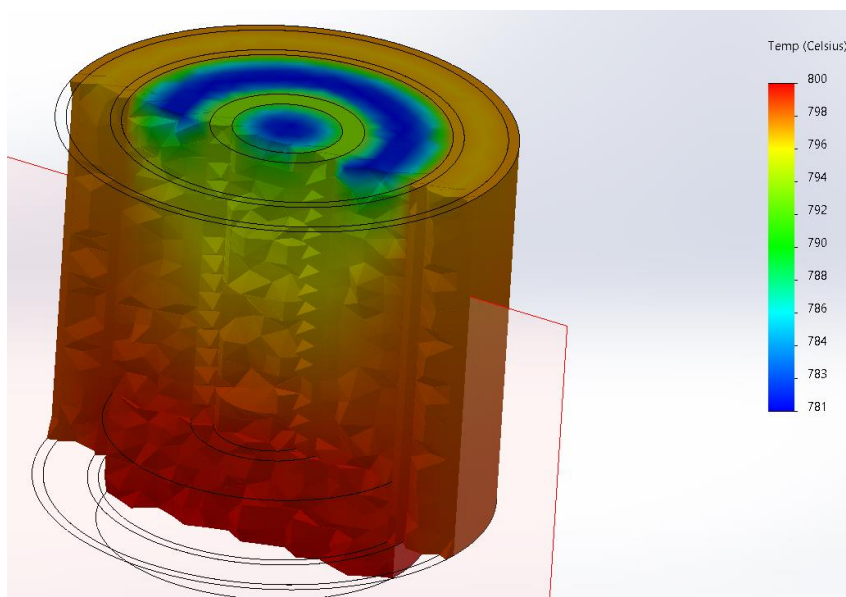


Рисунок 4 – Симуляция теплообмена экспериментальной установки

На тепловом графике видно, что максимальная разница температур составляет 19°C , что составляет 2,5% от 800°C . В данном случае интерес представляет температура именно 800°C , так как именно при этой температуре материал находится в пластичном состоянии. Добиться более ровного градиента температур можно, если увеличить слой изоляционного материала и приблизить нагревательный элемент к рабочей поверхности, что скажется на максимально возможных габаритах изделия.

Исследуемая установка, обеспечивает необходимый температурный режим необходимый для поддержания материала в пластичном виде на протяжении всего технологического процесса. Исследования, полученные в данной работе, представляют интерес для сферы аддитивных технологий и могут получить дальнейшее развитие в исследованиях, направленных на повышение производительности и энергоэффективности всей установки.

Библиографический список

1. Слабченко В. С., Сериков Д. Д., Янчевский Д. Н. // Изготовление деталей методом селективного лазерного плавления: Материалы II международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 2019.
2. Полиенко А. А., Тихомирова О. Г. //Металлическое литье или металлическая 3D-печать: Тенденции развития науки и образования. Самара, 2019.
3. Эрtesян А. Р., Садыков М. И., Нестеров А. М., Григорьева Е. А. //Аддитивные технологии 3D-печати металлов в стоматологии. Polish journal of science, 2020.
4. Туптей Л.Д., Пирогов Н.А., Шабанов Д.В., Неткачев А.Г. //Экспериментальная установка нанесения металлов методом DED с ультразвуковым воздействием:Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 2020.

© Троян М. Ю., Попов Д. О., Хоршев В. С., Уланов В. Н., 2021

УДК 67.05

ПОДАЧА ПРОВОЛОКИ В РОБОТИЗИРОВАННОЙ АДДИТИВНОЙ УСТАНОВКЕ

А. А. Куанышова, И. В. Смирнов, Н. И. Кузнецов, А. С. Габриель

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Российская Федерация, 195251,
г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
E-mail: kuanyshova_8324@mail.ru

Предложена технология равномерной подачи проволоки с порошковым материалом для наплавки методом DED. Разработан механизм подачи проволоки для роботизированной аддитивной установки.

Ключевые слова: порошковая проволока, робот, DED, аддитивные технологии, 3D – печать.

WIRE FEEDING IN ROBOTIC ADDITIVE MACHINE

A. A. Kuanyshova, I. V. Smirnov, N. I. Kuznetsov, A. S. Gabriel

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29, Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251,
Russian Federation
E-mail: kuanyshova_8324@mail.ru

The article proposes the technology of flux-cored wire's steady supply by DED method. The article also describes the mechanism for wire feeding in a robotic installation.

Keywords: flux-cored wire, DED, additive manufacturing, 3D-printing.

3D-технологии не ограничены системами САПР, большую популярность обретают такие технологические машины, как 3D-принтеры и установки аддитивной обработки, позволяющие изготавливать любое изделие послойно на основе компьютерной 3D-модели. Они применяются как в ремонтных целях, так и для создания моделей сложных форм. К наиболее популярному направлению аддитивного производства в машиностроении относится Direct Energy Deposition [1].

Особенностью DED – технологии является подача порошковой струи под давлением и дальнейшая наплавка подаваемого материала при помощи направленного энергетического воздействия лазером или электронным лучом [2]. Однако большая часть порошка разлетается в стороны, не доходя до места наплавления. Это приводит к большим затратам из-за высокой стоимости порошка.

Чтобы порошок расходовался меньше можно использовать порошковую проволоку [3]. Для подачи проволоки в полуавтоматической сварке используются механизмы, подающие проволоку поджатыми роликами [4]. Предлагается провести эксперимент с использованием такого же принципа подачи материала.

Общее описание установки. Установка состоит из: робота Comau NJ 40, наклонно-вращательного стола Comau PTS ORB1000, наплавочной головки PRECITEC, лазера iPG LC-3. Система управления построена на базе системы ЧПУ Siemens. Также, установка оснащена вспомогательными элементами: сварной рамой, кронштейном, переходниками, кабельной цепью, податчиком и др.

Механизм подачи проволоки будет «насажен» на головку робота. Для корректировки скорости вращения двигателя при проскальзывании проволоки используется инкрементальный энкодер. Для наглядности принципа работы механизма на рисунке 1 представлена кинематическая схема устройства. На крыше кабинета расположен механизм размотки катушки, способный контролировать наличие запаса петли проволоки благодаря

датчикам Д1 и Д2. Это необходимо для исключения «перетяжки» проволоки с катушки при резких движениях робота.

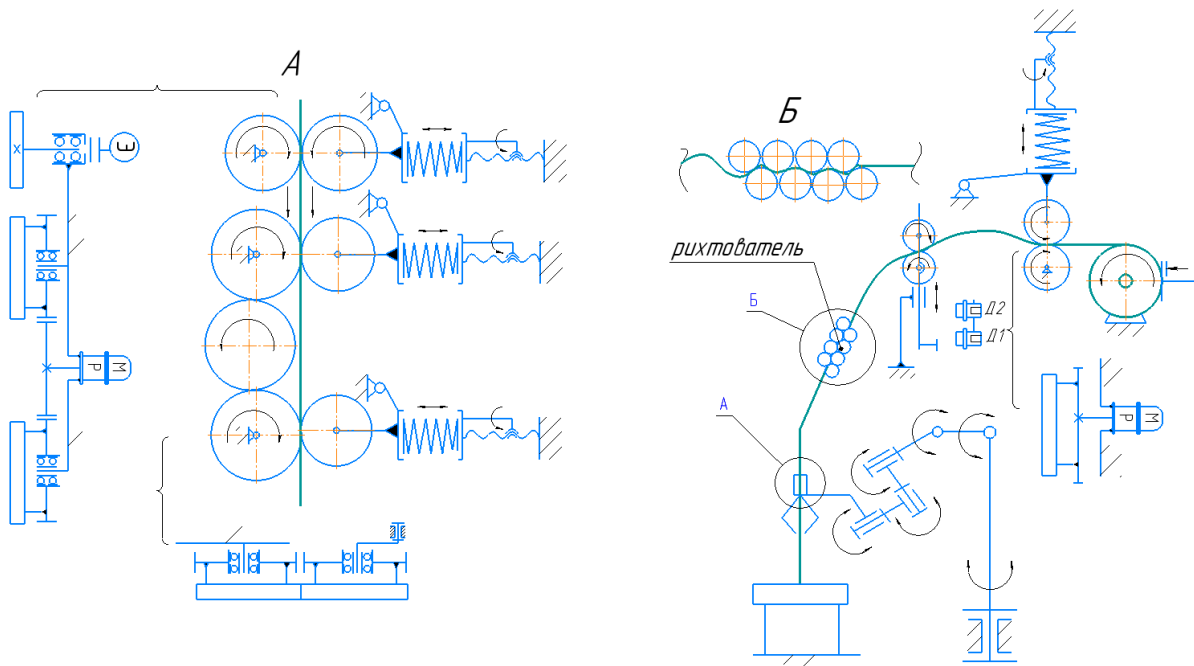


Рисунок 1 – Кинематическая схема установки

Подбор двигателя. Для выполнения задачи равномерной подачи проволоки необходимо правильно подобрать двигатель, способный контролировать скорость подачи проволоки с использованием внешнего датчика обратной связи (ДОС) для учета проскальзывания проволоки [5]. Таким образом, для установки ДПТ или шагового двигателя потребовалось бы изобретать драйвер, использующий внешний ДОС. Асинхронные двигатели не подходят по весу и габаритам.

При выборе двигателя учитывались критерии, перечисленные в таблице 1.

Таблица 1

Подбор двигателя				
Тип двигателя	Удобство подключения внешнего ДОС	Удобство интеграции в систему управления	Вес и габариты	Стоимость
ДПТ	–	–	+	+
Шаговый	–	–	+	+
Асинхронный	+	~	–	~
Синхронный	+	+	~	–

По итогу выбран синхронный двигатель 1FL6022-2AF21-1AA1 от Siemens с номинальной скоростью вращения 3000 об/мин, номинальным крутящим моментом 0,16 Нм и массой 0,5 кг. Так как имеющаяся установка построена на базе системы ЧПУ Siemens, упрощается задача их объединения в одну систему, интегрирования в одну сеть установки.

Для реализации предложенного метода была спроектирована экспериментальная установка подачи проволоки, представленная на рисунке 2. Для отработки технологии механизм подачи проволоки временно сделан из податчиков, используемых в полуавтоматической сварке.

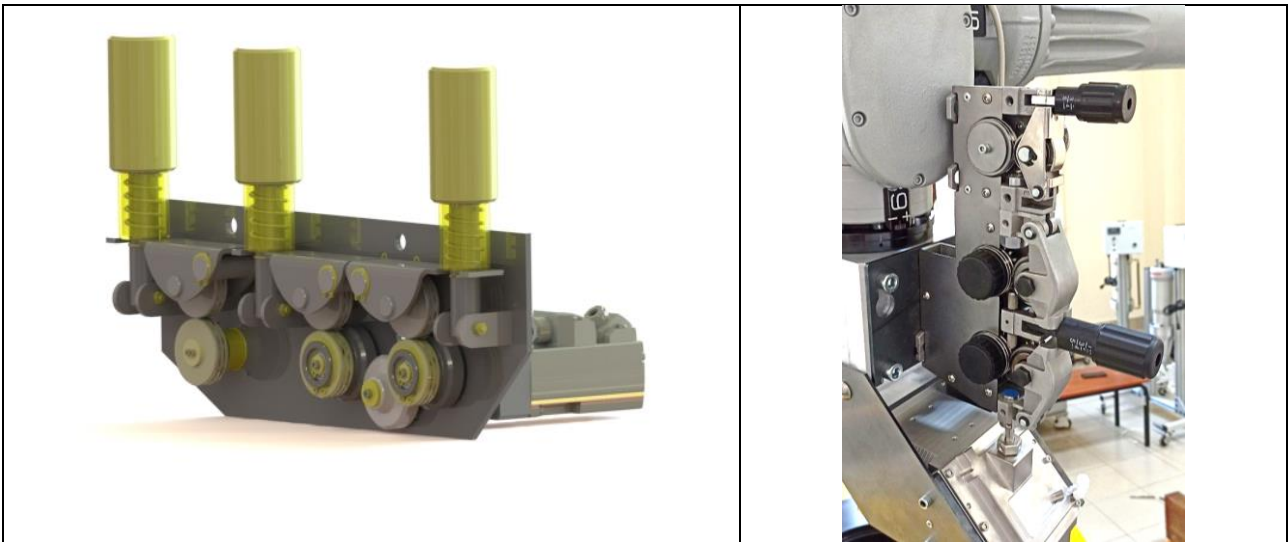


Рисунок 2 – Трехмерная модель податчика и тестовый податчик порошковой проволоки

Заключение. Предложенная система подачи проволоки решает задачу подачи проволоки в зону наплавки. Использование порошковой проволоки вместо порошка сокращает расходы при эксплуатации установок DED. Для удобства интеграции в систему ЧПУ робота рекомендуется использовать синхронные сервоприводы в приводе подачи.

Библиографический список

1. Туптей Л.Д., Пирогов Н.А., Шабанов Д.В., Неткачев А.Г. //Экспериментальная установка нанесения металлов методом DED с ультразвуковым воздействием: Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 2020.
2. Д. В. Масайло, А. А. Попович , А. Н. Волков , Д. Е. Каледина//Опыт создания оборудования прямого лазерного выращивания и его практическое применение: сборник докладов международного научно-практического симпозиума. Национальная академия наук Беларуси, ГНПО порошковой металлургии. Минск, 2020.
3. Рудской А.И., Попович А.А. //Новые материалы и аддитивные технологии. Опыт СПбПУ Петра Великого: материалы 14-й Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию порошковой металлургии Беларуси. Минск, 2020.
4. Антонов И.Г., Кузин К.А., Клешина О.Н. // Разработка устройства подающего механизма сварочной проволоки: материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Комсомольск-на-Амуре, 2019.
5. Тимофеев А.Н., Каледина Д.Е. // Механизмы перемещения рабочих органов технологического оборудования// Учебное пособие. - Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 373 с.

© Куанышова А. А., Смирнов И. В., Кузнецов Н. И., Габриель А. С., 2021

УДК 665.61

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В. С. Рымский, Д. Д. Тыклев

Научный руководитель – А. А. Фомкина, Т. С. Курпас

Ачинский техникум нефти и газа

662155, Россия, Красноярский край, г. Ачинск, ул. Дружбы Народов, 8

E-mail: annakrasnoyarsk@mail.ru

В данной статье представлен опыт применения 3D моделирования нефтегазового оборудования на уровне профессионального образования на дисциплине Информационные технологии в профессиональной деятельности в Ачинском техникуме нефти и газа.

Ключевые слова: 3D-технологии, моделирование, нефтегазовое оборудование, Blender, блок ЭЛОУ.

3D MODELING OF OIL AND GAS EQUIPMENT

V. S. Rymskiy, D. D. Tyklev

Scientific supervisor – A. A. Fomkina, T. S. Kurpas

Achinsk college of oil and gas

662155 Russia, Krasnoyarsky Kray, Achinsk, Druzhby Narodiv street, 8

E-mail: annakrasnoyarsk@mail.ru

This article presents the experience of using 3D modeling of oil and gas equipment at the level of professional education on the subject Information technology in professional activities at Achinsk college of oil and gas.

Keywords: 3D technologies, modeling, oil and gas equipment, Blender, oil demineralization block.

Области применения 3D-графики продолжают расширяться повсеместно с каждым днём, а специалисты, владеющие навыками моделирования, востребованы на рынке труда, в том числе на высокотехнологичных предприятиях. Актуальность темы обусловлена практически всеобщим использованием трехмерной графики в различных отраслях и сферах деятельности, знание которой становится все более необходимым для разностороннего развития личности и формирования информационных компетенций.

Внедрение изучения элементов 3D-технологий на уровне профессионального образования способствует повышению не только интереса как к предмету и науке, но и позволяет глубже понять устройство и принцип работы нефтегазового оборудования.

Данный проект возник на основе требований федерального государственного образовательного стандарта, предъявляемого к компетенциям будущих выпускников, которые направлены на уверенное владение современными информационными технологиями, и требованиями работодателей: умение выполнять чертежи в 2D в программах КОМПАС и AutoCAD, а также выполнять трехмерные модели оборудования в программе Blender 3D.

Представленный опыт сформировался в стенах краевого государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Ачинский техникум нефти и газа». В образовательной организации имеются все условия для качественного обучения и развития информационной культуры студентов на современном уровне: компьютерный класс, оборудованный рабочими местами для обучающихся при освоении теоретического материала в сопровождении мультимедийного проектора, компьютеры с необходимым программным обеспечением, используемые при отработке практических навыков, автоматизированное рабочее место преподавателя, 3D-принтер.

Раздел Трехмерное моделирование в программе Blender 3d в рамках дисциплины Информационные технологии в профессиональной деятельности выступает как новое направление человеческой деятельности, то есть находится на стыке двух категорий профессий: творческих (дизайнер, художник, проектировщик) и инженерных (специалист САПР). Очень важно, что Blender – это свободное приложение с открытым исходным кодом для создания 3D-контента, доступное во всех основных операционных системах. На занятиях в рамках программы данного курса обучения студенты изучают: построение трехмерных макетов оборудования, используя модификаторы освещение и настройки окружающей среды [1].

На первом этапе обучающимся было предложено задание выполнить трехмерную модель оборудования, входящего в состав блока электрообессоливающей установки (ЭЛОУ) [2, 3]. Научными руководителями данного проекта было принято решение за основу взять учебный фильм РОСНЕФТЬ, в котором наглядно показано как работает оборудование.

Для упрощения работы проект был разбит на составляющие: начертить отдельно шаровой электродегидратор, кожухотрубчатые теплообменники с плавающей головкой, емкость, насос и лестницу [2, 3]. Все элементы по отдельности представлены на рисунках.

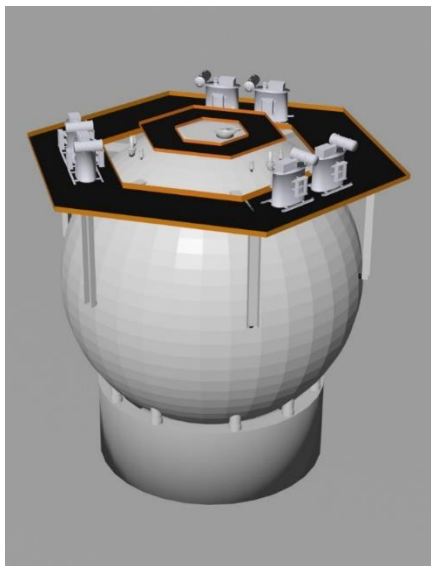


Рисунок 1 – Шаровой электродегидратор

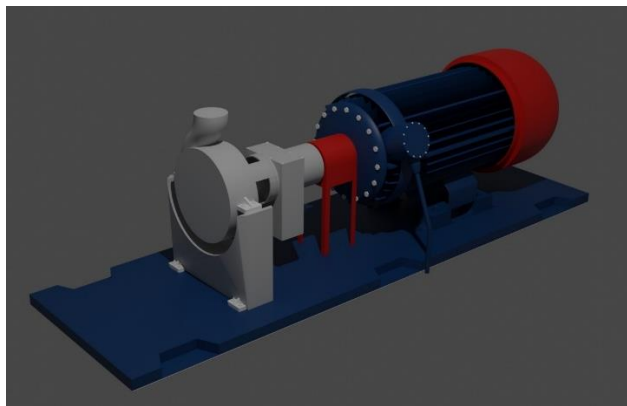


Рисунок 2 – Центробежный насос

Более простым для выполнения, но не менее значимым устройством является емкость (рисунок 4)

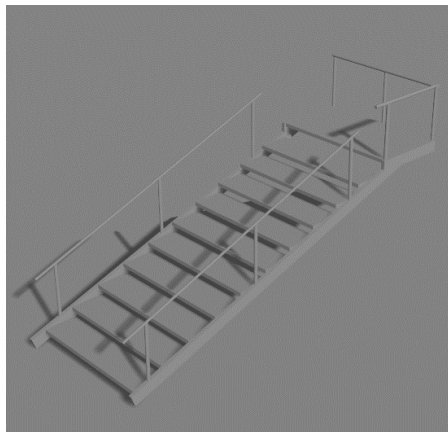


Рисунок 3 – Лестница

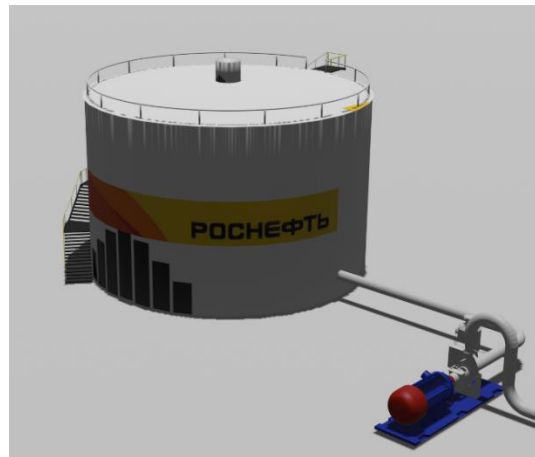


Рисунок 4 – Емкость

Возможность опции дублирования в Blender позволяет без труда разместить необходимое количество оборудования в проекте (рисунок 5).

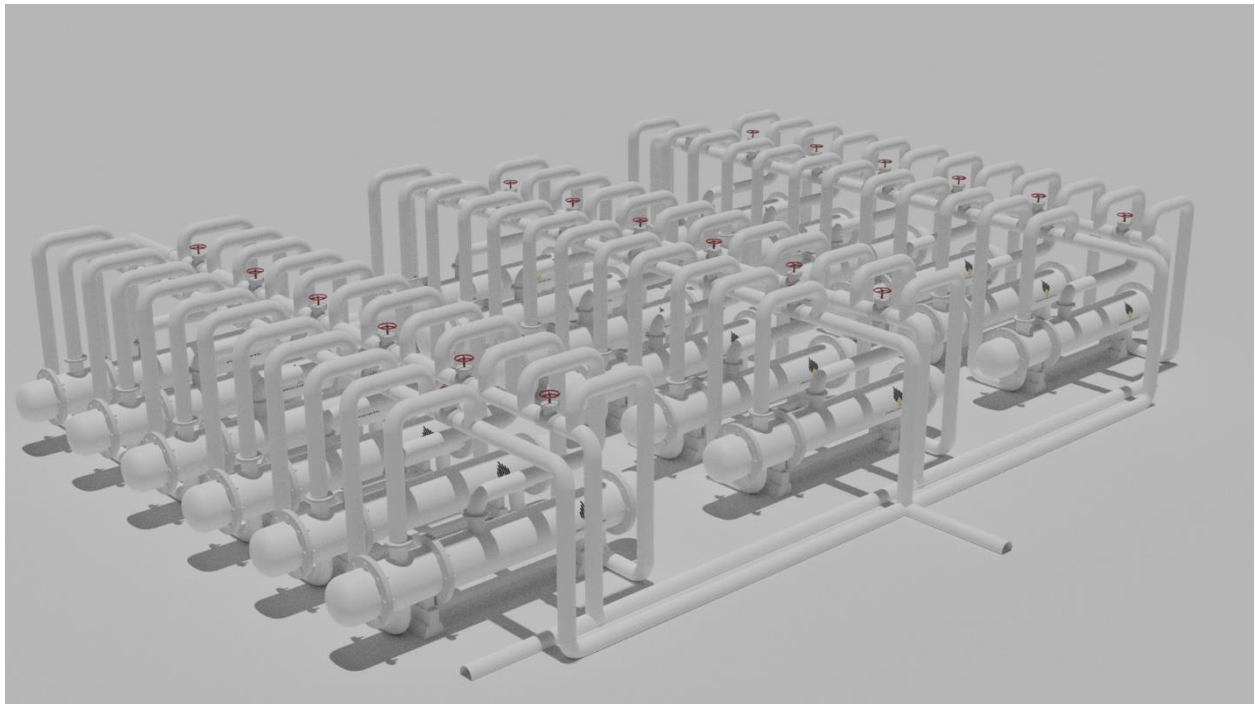


Рисунок 5 – Кожухотрубчатые теплообменники с плавающей головкой

После выполнения полноценных моделей каждой единицы оборудования было определено, что быстрое формирование ИТ-компетентности студентов в области информационных технологий способствует реализации следующего шага проекта: компоновке оборудования в блок ЭЛОУ. На данный момент происходит реализация второго этапа.

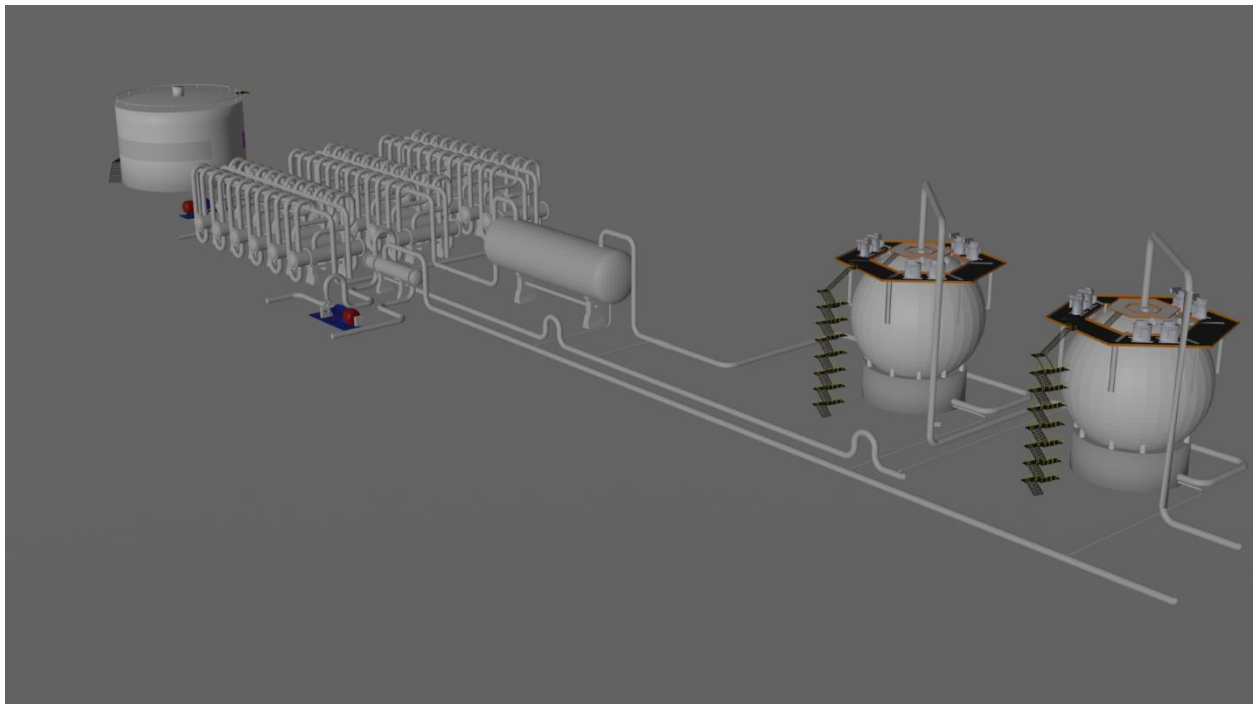


Рисунок 6 – Компоновка оборудования в блок ЭЛОУ

На третьем этапе планируется выполнить представленное выше оборудование в разрезе, для улучшения восприятия информации, а также понимания протекания процесса

внутри аппарата. На рисунке 7 представлен кожухотрубчатый теплообменник с плавающей головкой в разрезе [2, 3].

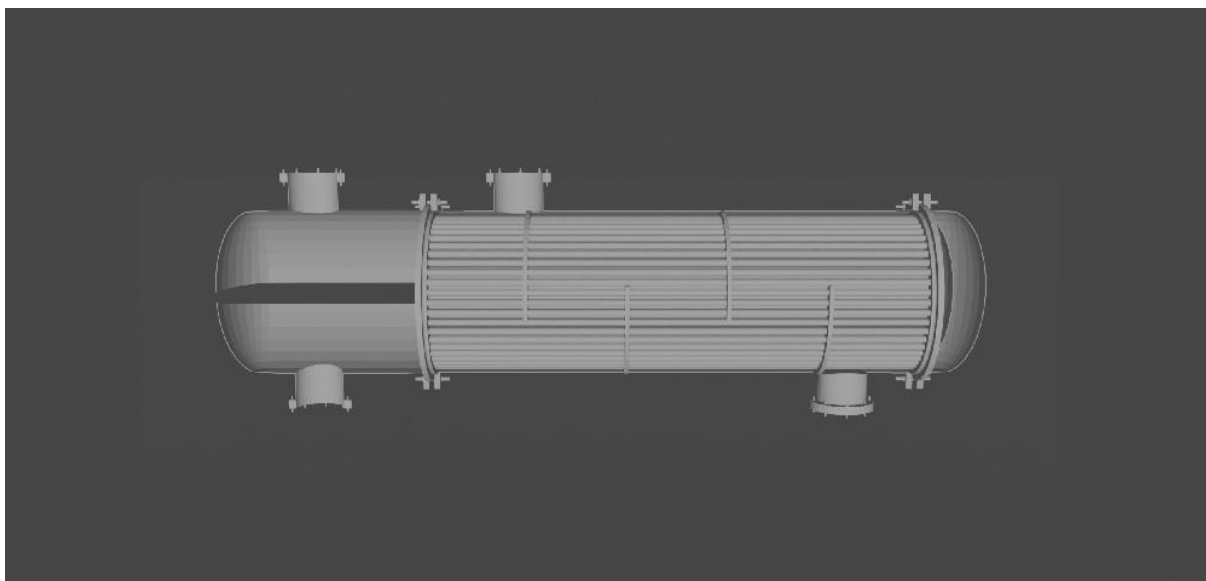


Рисунок 7 – Кожухотрубчатый теплообменник с плавающей головкой в разрезе

Технология 3D-моделирования по меркам развития информационных технологий не молода. Но современное молодое поколение Z принуждает использовать современные технологии на профессиональных дисциплинах. В связи с этим, завершающим этапом планируется выполнить интерактивный альбом для профессиональных дисциплин, в котором смоделированные оборудование и установки будут представлены в виде QR-кодов.

Библиографический список

1. Кронистер Дж. Blender Basics. Classroom Tutorial Book (5-th Edition) v. 2.78 – 2017. – 266 page.
2. Сугак А.В. Оборудование нефтеперерабатывающего производства : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А.В.Сугак, В.К.Леонтьев, Ю.А.Веткин. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 336 с.
3. Таранова Л.В.Оборудование подготовки и переработки нефти и газа / Л. В. Таранова, А. Г. Мозырев. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 236 с

© В. С. Рымский, Д. Д. Тыклев, Фомкина А. А., Курпас Т. С., 2021

УДК 004.94

3D МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСНОГО ГРУНТОМЕТА

Д. А. Беляев, И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: 07bda@mail.ru

В статье поднят вопрос актуальности лесных пожаров и их последствия на планету. Указано, что для борьбы с лесными низовыми пожарами перспективным средством является грунтомет. Построена и представлена на картинке трехмерная модель переносного грунтомета. Описан принцип работы установки. Сделан вывод по компьютерному моделированию конструкции переносного грунтомета.

Ключевые слова: переносной грунтомет, лесные пожары, трехмерная модель.

3D MODEL PORTABLE GROUND THROWING MACHINE

D. A. Belyaev, I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: 07bda@mail.ru

The article raises the question of the relevance of forest fires and their consequences on the planet. It is indicated that for the fight against forest grass-roots fires, a promising tool is a ground throwing machine. A three-dimensional model of a portable ground throwing machine is constructed and presented in the picture. The operating principle of the installation is described. The conclusion is made on the computer simulation of the design of a portable ground throwing machine.

Keywords: portable ground throwing machine, forest fires, three-dimensional model.

Негативное воздействие, которое оказывают лесные пожары на природу по всей планете, глобально. Практически третья часть всех лесных угодий ежегодно сгорает, а люди и животные гибнут от продуктов горения. Загрязнение атмосферы планеты критически отражается на состоянии организма людей, поскольку особенно масштабные пожары задымляют достаточно большую площадь.

В 2019 году красноярские ученые и их коллеги из немецкого Института химии общества Макса Планка измерили объемы выбросов углекислого газа при пожарах в лесах Сибири. Интенсивность угарного газа во время значительных пожаров возрастает практически в 30 раз, метана – в два раза, а углекислого газа – на 8% [1].

Последствия пожаров весьма трудно переоценить. Они приводят к переменам в биологическом разнообразии, исчезновению некоторых организмов и возникновению иных, менее ценных, в связи с чем борьба с пожарами в лесах становится животрепещущей проблемой.

Практика тушения очагов возгорания на лесных массивах показывает, что одним из наиболее перспективных способов являются грунтометы. Этот агрегат заменяет ручной труд, избавляет от необходимости найма большого числа работников, однако в силу крупноразмерности не вполне удобен в тушении из-за близко растущей растительности.

Автором статьи разработана 3D модель переносного грунтомета, конструкция которого была закреплена в научных публикациях [2,3,4], и представлена на рисунке 1.

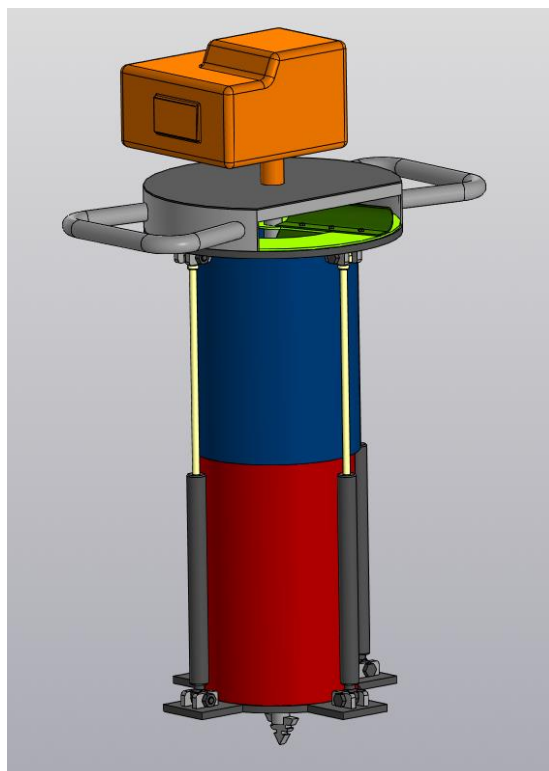


Рисунок 1 – 3D модель переносного грунтомета

Построение 3D модели вносит огромный вклад в проектную работу. С ее помощью открывается возможность визуализировать проект, выявить конструкторские недочеты, внести необходимые изменения в конструкцию. С помощью моделирования объекта можно рассмотреть установку с любого ракурса, более ясно понять принцип работы, очень легко и быстро произвести различные расчеты.

Библиографический список

1. Как лесные пожары влияют на окружающую среду // Русбейс : [сайт]. – 2019. – URL: <https://rb.ru/opinion/lesnye-pozhary/> (дата обращения 14.04.2021).
2. Беляев, Д.А. Малогабаритный переносной грунтомет [Электронный ресурс] / Д.А. Беляев, И.С. Федорченко // Экология. Риск. Безопасность : материалы Всероссийской научно-практической конференции (29–30 октября 2020 г.) / отв. ред. С. К. Белякин. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2020. – С. 332-333.
3. Беляев Д.А. Анализ воздействия щелевой коррозии на конструкцию переносного грунтомета [Текст] // Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции «Приоритетные направления развития науки в современном мире» (05 февраля 2021 г., г. Уфа). – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2021. – С. 43-49
4. Беляев, Д.А., Федорченко, И.С. Предотвращение распространения лесных пожаров с помощью переносного грунтомета [Электронный ресурс] / Д.А. Беляев, И.С. Федорченко // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (18–19 сентября 2020 г., Красноярск). – СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2021. – С. 130-132.

© Беляев Д. А., Федорченко И. С., 2021

УДК 004.94

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСНОГО ГРУНТОМЕТА В ПРОГРАММЕ КОМПАС-3D

Д. А. Беляев

Научный руководитель – И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: 07bda@mail.ru

В статье рассмотрена система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, ее возможности и области применения. При помощи программы КОМПАС-3D автором статьи смоделирована трехмерная модель переносного грунтомета. Описано построение 3D детали шнек. Сделан вывод о построенной 3D модели переносного грунтомета.

Ключевые слова: переносной грунтомет, лесные пожары, трехмерная модель, КОМПАС-3D, трехмерное моделирование.

CREATING A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF A PORTABLE GROUND THROWING MACHINE IN THE KOMPAS-3D PROGRAM

D. A. Belyaev

Scientific supervisor – I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: 07bda@mail.ru

The article discusses the computer-aided design system KOMPAS-3D, its capabilities and applications. Using the KOMPAS-3D program, the author of the article modeled a three-dimensional model of a portable ground throwing machine. The construction of a 3D auger part is described. A conclusion is made about the constructed 3D model of a portable ground throwing machine.

Keywords: portable ground throwing machine, forest fires, three-dimensional model, KOMPAS-3D, three-dimensional modeling.

В современном мире построение чертежей на бумажном носителе становится все более не востребованным. Нынешние инженеры ведут проектирование в автоматизированных программах, имеющих множество преимуществ перед черчением вручную. Безоговорочно повышается точность чертежей и измерений, экономится время, появляется возможность редактировать чертеж без его повреждения. Весомым преимуществом автоматизированных программ, по сравнению с черчением на ватмане, является трехмерное моделирование. Оно позволяет при проектировании рассмотреть объект с разных ракурсов, опираясь на которые можно представить принцип работы проектируемого объекта.

В нашей стране наиболее известной САД системой считается программа КОМПАС-3D. Программу КОМПАС-3D выпускает российская компания «АСКОН». Акроним КОМПАС образовался от фразы «комплекс автоматизированных систем» [1].

Область применения системы КОМПАС-3D весьма широкая. В таблице 1 приведены некоторые области применения.

По примерам из таблицы 1 видно, что с помощью программы КОМПАС-3D можно построить трехмерные модели любой формы и сложности, любого вида деятельности, в частности противопожарное оборудование, а именно переносной грунтомет [2,3].

Переносной грунтомет используется при тушении лесных низовых пожаров слабой интенсивности горения. Тушение пожара происходит посредством засыпки пламени огня

слоем грунта, вырезаемого ножом грунтомета. Метание грунта выполняет метательная лопатка. Подача грунта к лопатке осуществляется по шнеку.

Таблица 1

Области применения программы КОМПАС-3D	
Область применения	Пример
Машиностроение	
Приборостроение	
Авиастроение	
Вагоностроение	
Товары народного потребления	

Построение детали шнек (рисунок 1) выполняется следующим образом: на первом этапе строится эскиз окружности, равной диаметру вала шнека, и выдавливается на необходимое расстояние. На втором этапе в нижней части вала выполняется эскиз профиля витка шнека. Затем при помощи операции «плоскость через точку параллельно другой плоскости» строится плоскость параллельная плоскости вала через точку на конце эскиза профиля витка шнека. Следующий шаг – построение цилиндрической спирали по одноименной операции. Заключительным этапом является выдавливание эскиза профиля витка шнека по спирали.

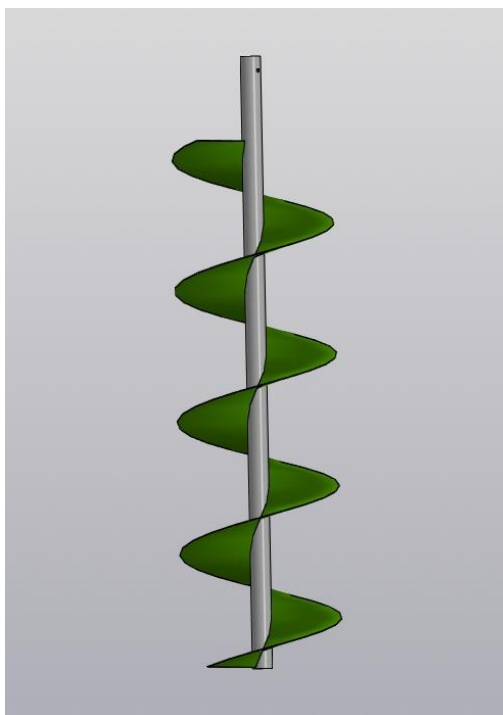


Рисунок 1 – 3D модель шнека переносного грунтомета

На общем виде переносного грунтомета (рисунок 2, б) шнек закрыт внешней и внутренней трубами. Разнесенная модель (рисунок 2, а) показывает местонахождение шнека и деталей, крепящихся к нему.

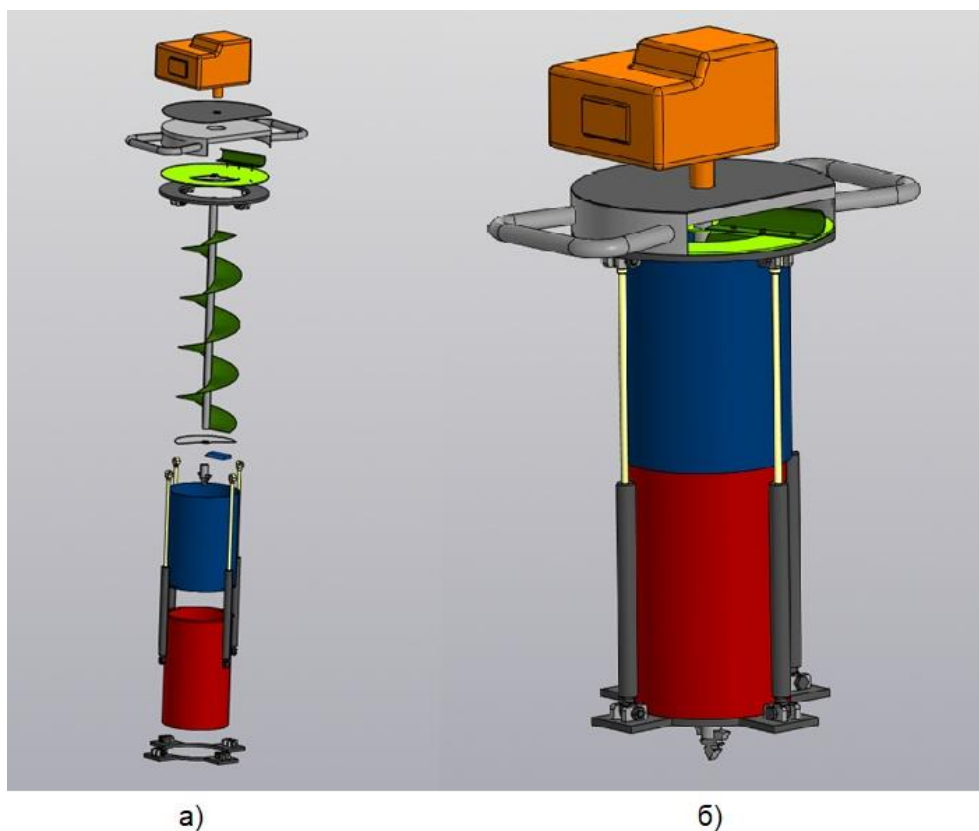


Рисунок 2 – 3D модель переносного грунтомета
а) разнесенная модель; б) общий вид

Программа КОМПАС-3D позволяет облегчить визуальное восприятие проекта в целом и каждую деталь в отдельности. В компьютерной модели имеется возможность найти и устранить имеющиеся недочеты при проектировании, позволяющие избежать впоследствии ошибки при изготовлении. Благодаря построенной 3D модели переносного грунтомета построение общего вида, детализовки и расчет массы выполняется с наибольшей точностью. Еще одним из преимуществ трехмерной модели является возможность наглядно и всесторонне объяснить даже не специалисту состав и принцип работы переносного грунтомета.

Библиографический список

1. Вавилон.wiki [Электронный источник]. URL: https://www.wikiznanie.ru/b/index.php/Знакомство_с_КОМПАС-3D. (дата обращения: 07.05.2021).
2. Беляев, Д.А. Малогабаритный переносной грунтомет [Электронный ресурс] / Д.А. Беляев, И.С. Федорченко // Экология. Риск. Безопасность : материалы Всероссийской научно-практической конференции (29–30 октября 2020 г.) / отв. ред. С. К. Белякин. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2020. – С. 332-333.
3. Беляев, Д.А., Федорченко, И.С. Предотвращение распространения лесных пожаров с помощью переносного грунтомета [Электронный ресурс] / Д.А. Беляев, И.С. Федорченко // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения: сб. материалов по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (18–19 сентября 2020 г., Красноярск). – СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2021. – С. 130-132.

© Беляев Д. А., 2021

УДК 681.3.06

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

В. А. Бакач

Научный руководитель - И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

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

E-mail: bakac706@gmail.com

В статье рассмотрено применение трехмерного моделирования в жизни человека. Описаны основные достоинства 3D-графики перед двухмерным форматом черчения. Представлены наиболее популярные программы для 3D проектирования.

Ключевые слова: 3D-графика, моделирование, 3D модель, компьютерная программа, объект.

THREE-DIMENSIONAL MODELING IN THE MODERN WORLD

V. A. Bakach

Scientific supervisor - I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

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

E-mail: bakac706@gmail.com

The article considers the application of three-dimensional modeling in human life. The main advantages of 3D graphics over the two-dimensional drawing format are described. The most popular programs for 3D design are presented.

Keywords: 3D graphics, modeling, 3D model, computer program, object.

Трудно представить, что несколько лет назад, когда начала только развиваться космическая отрасль, были сделаны первые компьютеры, только происходило зарождение информационных технологий молодые инженеры, конструкторы выполняли чертежи и конструкторскую документацию на бумаге. Это была сложная и кропотливая работа, благодаря которой создавались ракеты, самолеты, автомобили. Кроме того все чертежи выполнялись в 2D-формате на огромных листах бумаги которые занимали основную часть рабочего пространства на столе. В свою очередь двухмерное проектирование имело следующие недостатки:

- труднодоступность анализа модели;
- сложность построения изометрических видов;
- иногда действительные размеры детали не соответствовали плоскому представлению на чертеже.

В наше время двухмерное моделирование постепенно уходит в прошлое, а на замену ему используют трехмерное моделирование в современных специализированных компьютерных программах.

3D-графика (трехмерная графика) – это раздел компьютерной графики, посвящённый методам создания изображений или видео путём моделирования объектов в трёх измерениях [1].

Трехмерное моделирование подразумевает под собой процесс создания трехмерной модели объекта в специализированной компьютерной программе (рисунок 1).

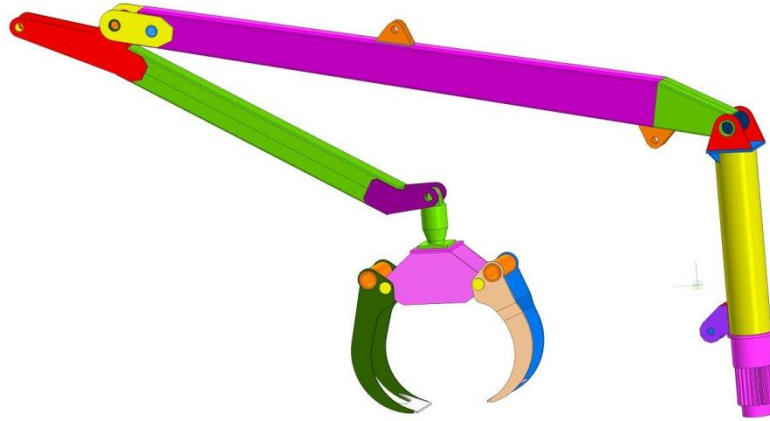


Рисунок 1 – 3D модель манипулятора

Данная 3D модель манипулятора была выполнена в программе КОМПАС 3D Российской компании АСКОН всего за несколько часов, трудно представить, сколько бы времени понадобилось инженеру, лет 20-30 назад, для на черчения данного манипулятора в 2D-формате, а в программе КОМПАС 3D было бы выполнено всего за несколько минут, благодаря функции создания двухмерного чертежа по 3D модели. Что в свою очередь еще раз подчеркивает удобность и многофункциональность компьютерных программ для 3D моделирования. Кроме того специальные программы дают возможность интеграции с любым другим профессиональным программным обеспечением, например, с приложениями для инженерных расчетов, программами для станков или бухгалтерскими программами. Например, представленную 3D модель манипулятора можно интегрировать в программу SolidWorks и произвести прочностные расчеты отдельных частей и узлов.

Поэтому внедрение подобных решений на производстве дает существенную экономию ресурсов, значительно расширяет возможности предприятия, упрощает работу и повышает ее качество.

На основе чертежей, рисунков, подробных описаний или любой другой графической или текстовой информации, инженер создает объемное изображение. В специальной программе модель можно посмотреть со всех сторон (сверху, снизу, сбоку), встроить на любую плоскость и в любое окружение. В промышленности 3D моделирование применяется в системах автоматизированного проектирования (САПР). На основе 3D графики создаются высокоточные копии реальных объектов, начиная от машины заканчивая зданиями сооружениями, деталями, узлами механизмов. Технологии 3D графики совместно с 3D-печатью проникли практически во все сферы деятельности человека, и приносят колоссальную прибыль. В кинематографе и мультипликации создание спецэффектов и персонажей, создание компьютерных игр, рекламы и многое другое, везде используется трехмерное моделирование. Таким образом, трехмерное моделирование используется сегодня в:

- создание различных моделей персонажей;
- 3D визуализация зданий;
- создание предметов интерьера;
- реклама и маркетинг;
- изготовление эксклюзивных украшений;
- производство мебели и комплектующих;
- промышленная сфера;
- аэрокосмическая отрасль;
- медицинская сфера [2].

И с каждым годом сфера применения трехмерного моделирования становится все больше. И в связи с растущей популярностью 3D технологий, существует большое количество

компьютерных программ для проектирования включающих в себя 3D моделирование. Наиболее известные и популярные компьютерные программы, активно используемые в машиностроении и в производстве, приведены в таблице 1 [3].

Таблица 1

Компьютерные программы для проектирования

Название	Стоимость лицензии, р.	Модификации	Страна производитель, компания.
КОМПАС-3D	146000-169000	Компас-3D LT, Компас-3D Home, Компас-График и др.	Россия, АСКОН
AutoCAD	78000 в год	AutoCAD LT, AutoCAD Web и др.	США, Autodesk
T-FLEX CAD	1640000	T-FLEX CAD 2D+, T-FLEX VR, T-FLEX Динамика и др.	Россия, «Топ Системы»
SolidWorks Standard SolidWorks Premium	374000 620000	SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Electrical, SolidWorks Standard и др.	Франция, SolidWorks Corporation

Конечно, данные программы имеют платную лицензию, но также существуют учебные версии. К тому же они практически не отличаются от платных версий.

Таким образом, современное трехмерное моделирование позволяет получить очень точную модель, максимально приближенную к реальному объекту. А программы для трехмерного моделирования позволяют достичь высокой детализации объекта. Несомненно, в будущем трехмерное моделирование будет развиваться и совершенствоваться.

Библиографический список

1. Википедия // [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Трёхмерная_графика#Моделирование Дата обращения (19.03.2021).
2. Anrotech // [Электронный ресурс]. URL: <https://anrotech.ru/blog/3d-modelirovanie-v-sovremennom-mire/> Дата обращения (10.04.2021).
3. Бакач, В.А., Беляев, Д.А., Коршун, В.Н. Современные системы автоматизированного проектирования / В.А. Бакач, Д.А. Беляев, В.Н. Коршун // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции - Красноярск: СибГУ, 2021.- С. 240-242.

© Бакач В. А., 2021

УДК 681.3.06

ОБЗОР ИЗВЕСТНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

В. А. Бакач, И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: bakac706@gmail.com

В статье представлены компьютерные программы, получившие наибольшее распространение для 3D моделирования. Приведены основные характеристики и описание данных программ.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, программа, черчение, 3D моделирование.

OVERVIEW OF WELL-KNOWN PROGRAMS FOR 3D MODELING

V. A. Bakach, I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: bakac706@gmail.com

The article presents the most widely used computer programs for 3D modeling. The main characteristics and description of these programs are given.

Keywords: computer modeling, program, drawing, 3D modeling.

В связи с резким скачком информационных технологий, компьютеризация в наши дни стала одним из важнейших аспектов человеческой жизни. Компьютеры проникли во все сферы деятельности человека. Что повлекло за собой появление таких отраслей как, автоматизация производственного процесса, системы автоматизированного проектирования (САПР) и др. И конечно же развитие трехмерного моделирования, которое зарекомендовало себя одним из перспективных и активно используемых направлений. Сейчас в условиях современного производства не одно машиностроительное предприятие или конструкторское бюро не обходится без внедрения трехмерного моделирования и активного его использования.

Но помимо машиностроительных предприятий 3D-графика пользуется большой популярностью в фильмах, мультфильмах, играх, экранах смартфонов, медицине и т.д. Вследствие чего на рынке компьютерных программ предлагается большое количество разных программ для трехмерного моделирования, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. Поэтому пользователь, компания или предприятие выбирает ту программу, которая больше подходит для осуществления своей деятельности.

При выборе программы обычно опираются на следующие показатели:

- удобство и функциональность;
- высокая скорость программы без лагания;
- требования к операционной системе;
- язык интерфейса;
- платная или бесплатная лицензия.

В таблице 1 представлены компьютерные программы для трехмерного проектирования, размещенные по своей функциональной принадлежности к сфере деятельности человека [1,2,3].

Компьютерные программы для трехмерного моделирования

Название	Условия распространения	Поддержка анимации	Поддерживаемые форматы	Страна производитель
Машиностроение				
SolidWorks	Платно	да	STL, VRML, VDAFS, ACIS	Франция
Inventor	Платно	да	IPT, DWG, PDF	США
AutoCad	Платно/бесплатная пробная версия	нет	DXF,DWG, AutoCaddrawing	США
КОМПАС-3D	Платно/бесплатная пробная версия/учебная версия	нет	IGES, SAT, XT, STEP, VRML	Россия
T-FLEX CAD	Платно/бесплатная учебная лицензия	да	grb.	Россия
Архитектура				
SketchUp	Платно для коммерции/бесплатно для личного пользования	нет	DWG, DXF, JPEG, PNG,PSD	США
3Ds Max	Платно/бесплатная учебная лицензия	да	3DS, OBJ	США
Анимация				
Blender	Бесплатно	да	OBJ, FBX, PLY, STL	Нидерланды, Амстердам
Maya	Платно/бесплатная версия для студентов	да	3DS, OBJ	США
Cinema 4D	Платно	да	CATProduct, cgr, dem, dae	Германия

Следует уточнить, что одна и та же программа может быть использована как в машиностроении, так и в архитектуре. Из чего следует, что некоторые программы являются универсальными, например, AutoCad может применяться как в машиностроении, так и в архитектуре. Также по таблице видно, что США являются лидером по разработке компьютерных программ для трехмерного моделирования.

На самом деле 3D-редакторов намного больше, есть для общего пользования и специализированные. В таблице представлены наиболее распространенные программы, при помощи которых создана большая часть 3D-графики.

Библиографический список

1. JUNIOR // [Электронный ресурс]. URL: <https://junior3d.ru/article/programmy-dlya-3D-modelirovaniya.html> Дата обращения (13.04.2021).
2. Настрой все // [Электронный ресурс]. URL: <https://nastroyvse.ru/programs/rating/luchshie-programmy-dlya-3d-modelirovaniya.html> Дата обращения (18.04.2021).
3. Бакач, В.А., Беляев, Д.А., Коршун, В.Н. Современные системы автоматизированного проектирования / В.А. Бакач, Д.А. Беляев, В.Н. Коршун // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции - Красноярск: СибГУ, 2021.- С. 240-242.

© Бакач В. А., Федорченко И. С., 2021

УДК 681.3.06

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ГРУНТОМЕТА В КОМПАС-3D

В. А. Бакач, И. С. Федорченко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: bakac706@gmail.com

В данной статье представлена трехмерная модель рабочего органа грунтомета, разработанная в КОМПАС-3D v18.1. Перечислены основные параметры, которые можно рассчитать по разработанной модели рабочего органа грунтомета. Перечислены основные достоинства компьютерной программы КОМПАС-3D.

Ключевые слова: КОМПАС-3D, трехмерная компьютерная модель, рабочий орган грунтомета.

CREATING A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF THE WORKING BODY OF THE GROUND GUN IN COMPASS-3D

V. A. Bakach, I. S. Fedorchenko

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: bakac706@gmail.com

This article presents a three-dimensional model of the working body of the ground gun, developed in COMPASS-3D v 18.1. The main parameters that can be calculated from the developed model of the working body of the ground gun are listed. The main advantages of the COMPASS-3D computer program are listed.

Key words: COMPASS-3D, three-dimensional computer model, working body of the ground gun.

В настоящее время для трехмерного проектирования существует большое количество компьютерных программ. Каждая из которых имеет свой интерфейс, свои достоинства и недостатки. Но все же они практически одинаковы, так как преследуют одну цель – оптимизировать и улучшить графически, детализацию, функционально процесс создания трехмерной компьютерной модели.

При проектировании рабочего органа грунтомета использовалась программа КОМПАС-3D v18.1 учебная версия, которая является Российским аналогом Американской программы AutoCAD. Приложение обладает обширным количеством инструментов и дополнительных функций и подойдет профессионалам, работающим с проектированием оборудования, зданий и т.п. Программа подойдет как для черчения электрических схем, так и для черчения домов и других сложных объектов. КОМПАС-3D поддерживает объемное 3D моделирование, что видно по самому названию программы. Это позволяет представить созданные проекты в более наглядном виде[1]. Разработчиком программы является компания АСКОН. Данная компания предлагает платную лицензионную версию программы для машиностроительных предприятий и конструкторских бюро или личного пользования и бесплатную учебную версию, которая практически не отличается от лицензионной программы. Существуют разные конфигурации программы: КОМПАС-ГРАФИК, КОМПАС-ЭЛЕКТРИК и тд. Наибольшее распространение получила программа КОМПАС-3D.

Графический редактор КОМПАС-3D позволяет выполнять следующие операции:

- выдавливание;

- вращение;
- листовое тело;
- вырезать выдавливанием и другие.

Построение трехмерной модели рабочего органа грунтомета начиналось с трехмерного моделирования отдельных деталей (рисунок 1) в разделе «деталь» и узлов, которые впоследствии, в разделе «Сборка», собирались в отдельную модель. Во время сборки модели, использовались стандартные изделия крепежных элементов по ГОСТУ, которые можно найти в библиотеке КОМПАС-3D.

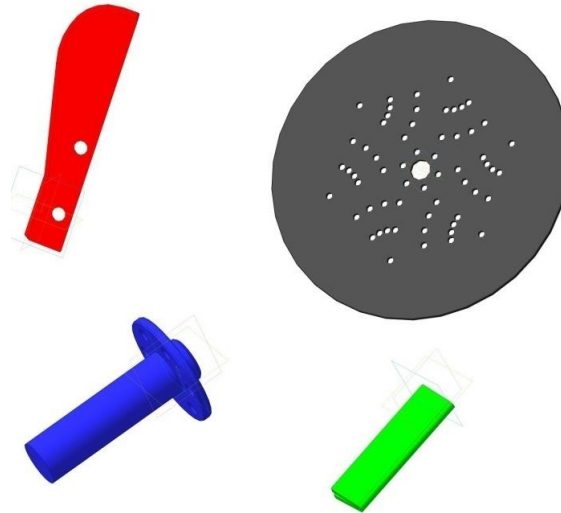


Рисунок 1 - Детали рабочего органа грунтомета

Результатом сборки является трехмерная модель рабочего органа грунтомета в КОМПАС-3D (рисунок 2).

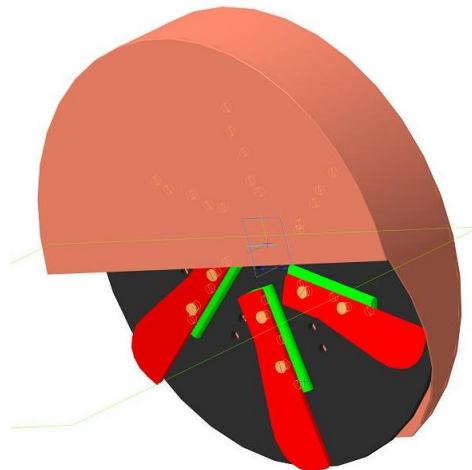


Рисунок 2 - Трехмерная модель рабочего органа грунтомета

Данный рабочий орган предназначен для прокладки минерализованных полос и засыпки кромки огня грунтом при локализации лесных низовых пожаров. Благодаря построенной модели мы можем наглядно увидеть работу механизма, на основании чего можно сделать выводы по улучшению или до работки конструкции. Кроме того, при изменении геометрии и размеров деталей они автоматически изменяются в сборке трехмерной модели. На рисунке 3 представлен чертеж по трехмерной модели рабочего органа грунтомета, вид спереди.

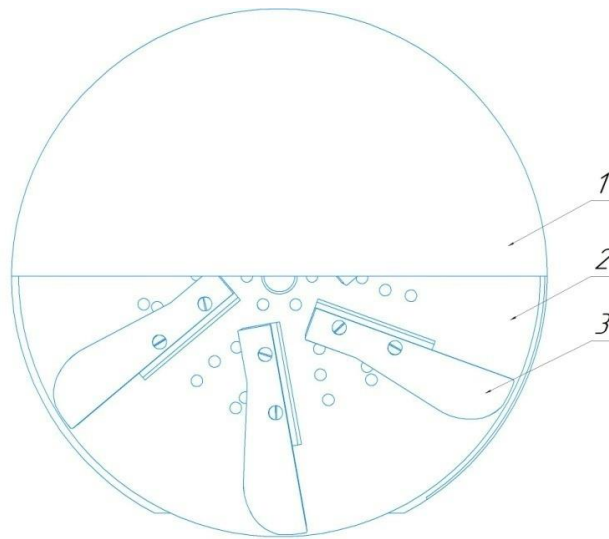


Рисунок 3 - Чертеж рабочего органа грунтомета (вид спереди)

Рабочий орган состоит из кожуха 1, несущего диска 2 и шести лопаток 3. Данный чертеж выполнен был по трехмерной модели рабочего органа грунтомета с помощью функции «Создать чертеж по модели».

Благодаря программе КОМПАС-3D можно создавать более сложные технические объекты, сборочные единицы. Основным достоинством программы является возможность оформления документации в соответствии с ЕСКД, ЕСТД, СПДС и международными стандартами, но этим возможности системы не ограничиваются [2].

Основными достоинствами трехмерного моделирования являются то что, по трехмерной модели детали система легко определяет ее физические характеристики: объем, площадь поверхности, координаты центра тяжести, можно задаться материалом детали и узнать вес объекта и т.д. Кроме того трехмерные твердотельные модели включают в себя всю геометрическую информацию, необходимую для работы систем инженерного анализа. Такая модель может быть использована для выполнения инженерных расчетов: напряжений и деформаций, частотного анализа, тепловых расчетов и связанных с ними температурных деформаций, и напряжений. Если модель представляет собой сборочную модель какого-либо механизма, то для нее может быть выполнен кинематический анализ с определением координат, скоростей, ускорений и сил взаимодействия отдельных ее звеньев [3].

Таким образом, по спроектированной трехмерной модели мы можем провести соответствующие расчеты, выполнить чертежи рабочего органа грунтомета и его деталей, подготовить конструкторскую документацию. А также наглядно посмотреть действие всех узлов объекта и взаимодействие объекта с другими механизмами.

Библиографический список

1. Лучшие программы для черчения // [Электронный ресурс]. URL: <https://lumpics.ru/program-for-drawing-on-computer/> Дата обращения (13.04.2021).
2. Компас (САПР) // [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_\(САПР\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_(САПР)) Дата обращения (13.04.2021).
3. Шомахмадов М.Х. Трехмерное моделирование в современном мире // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018008067> Дата обращения (26.04.2021).

© Бакач В. А., Федорченко И. С., 2021

УДК 004.9

АНАЛИЗ БЕСПЛАТНЫХ OPEN SOURCE CAD-СИСТЕМ

Д. А. Киселев*, А. Д. Ковалев

Научный руководитель – Д. А. Курасов

Курганский государственный университет

Российская Федерация, 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4

*kgu_sm@kgu.ru

В статье рассмотрены бесплатные Open source CAD-системы для компьютеров с разными операционными системами, позволяющие производить все этапы автоматизированного проектирования механических систем. Дан их сравнительный анализ и выбраны оптимальные в своем уровне программные продукты.

Ключевые слова: Open source, CAD-системы, кроссплатформенность, LibreCAD, FreeCAD, BRL-CAD.

ANALYSIS OF FREE OPEN SOURCE CAD SYSTEMS

D. A. Kiselev*, A. D. Kovalev

Scientific supervisor - D. A. Kurasov

Kurgan State University

Building 4, 63, Sovetskaya St., Kurgan, 640020, Russian Federation

*kgu_sm@kgu.ru

The article covers free Open source CAD systems for computers with different operating systems, allowing to perform all stages of automated design of mechanical systems. Their comparative analysis was given and optimal software products were selected at their level.

Ключевые слова на английском языке: Open source, CAD-systems, cross-platform, LibreCAD, FreeCAD, BRL-CAD.

CAD-программы (Computer Aided Design) – системные комплексы для проектирования, с помощью которых автоматизируют задачи на разных стадиях изготовления промышленной продукции (проектной, предпроизводственной). В русскоязычной аббревиатуре – САПР (система автоматизированного проектирования).

В статье рассмотрены бесплатные программы [1] для компьютеров с разными операционными системами, позволяющие строить инженерные схемы, анимировать технологические конструкции, создавать 3D-модели, производить комплексный анализ электронных схем и механических изделий, вычислять нагрузки на материалы и конструктивные узлы при разных условиях, отправлять в печать двухмерные чертежи и даже - рассчитывать эффективность производственных линий.

Некоторые программы имеют различные платные дополнения и бесплатны только для определенных групп, например для студентов и преподавателей.

Программы разделены на три уровня: начинающий, средний, продвинутый.

1. Анализ характеристик бесплатных Open source CAD-систем

Бесплатное программное обеспечение САПР и инструменты 3D-графики зачастую не менее сложны, чем его коммерческие аналоги.

Помимо множества особенностей конкретных САПР, в основном, их можно разделить по функциям – «твердотельное моделирование» и «поверхностное моделирование». Некоторые из бесплатных программ САПР позволяют конвертировать твердотельные объекты в поверхностные и наоборот.

Большинство бесплатных САПР имеют функцию – «твердотельного моделирования» в качестве главной функции. Твердые модели предоставляют информацию о физических

свойствах, например: материал модели, центр тяжести, объем и масса. Идея, лежащая в основе твердой модели, состоит в том, чтобы полностью представить данный объект так, чтобы иметь возможность его физического изготовления. Обычно изготовление начинается с построения примитивов (кубов, сфер и т. д.), которые можно изменять (прибавлять, редактировать, вычитать и т. д.) для создания вашего проекта.

Поверхностные модели, состоят только из оболочки (каркаса) и данных, описывающих поверхность. Это могут быть различные поверхности свободной формы, они не содержат информации о содержании модели. Поверхностное моделирование подходит для 3D-анимации и графического дизайна.

2. CAD системы

Рассмотрим некоторые бесплатные САПР, ориентированные на технические разработки. Начинаящий уровень: LibreCAD.

LibreCAD - это свободная и открытая САПР, предназначена для 2D черчения и проектирования. Программа включает большое количество инструментов: окружности, линии, дуги, полигоны. Присутствует большое количество модификаторов. Интерфейс стандартный: рабочая область, панель слоёв, панель инструментов.

Возможности: позволяет создавать инженерные и строительные чертежи, схемы и планы.

Преимущества: кроссплатформенность; открытый исходный код; имеется несколько языков интерфейса; постоянные обновления программы.

Недостатки: не имеет функции создания и работы с 3D моделями.

Программа подходит для проектов любой сложности.

Средний уровень: FreeCAD.

FreeCAD – бесплатная кроссплатформенная CAD программа [2] для создания 3D моделей. Разработана на основе параметрического моделирования, представляет собой надежное бесплатное программное обеспечение CAD. Программа хорошо подходит для создания моделей для 3D принтера, так как поддерживает STL формат. В первую очередь программа для 3D-дизайна реальных объектов любого размера. Возможность параметрического моделирования позволяет легко изменять сделанную 3D-модель, возвращаясь к истории моделирования и изменяя ее размеры.

Возможности: позволяет рисовать 2D-фигуры, ограниченные геометрией, чтобы впоследствии использовать их в качестве загрузки для создания других 3D-объектов. кроме задач машиностроения, FreeCAD может использоваться для таких задач, как архитектурное проектирование, или инженерный анализ методом конечных элементов.

Преимущества: открытый исходный код; кроссплатформенность; имеется несколько языков интерфейса; имеет большой набор возможностей и функций; имеется поддержка полигональных сеток; модульность программы (для определенной задачи предназначена отдельная часть программы, довольно обособленная от остальных частей).
Недостатки: не обнаружено.

Продвинутый уровень: BRL-CAD.

BRL-CAD – кроссплатформенная САПР для твердотельного моделирования. Представляет собой мощную 3D САПР для моделирования составных объёмных тел методом конструктивной блочной геометрии (моделирование составных объёмных тел) - CSG. Программа включает в себя интерактивный геометрический редактор, параллельную трассировку лучей, рендеринг и геометрический анализ. Весь пакет распространяется в исходном коде в двоичной форме. Программа способна конкурировать с многими платными CAD системами.

Возможности: BRL-CAD может использоваться для различных инженерных и графических приложений, но основной целью пакета остается поддержка баллистического и электромагнитного анализа. BRL-CAD – это коллекция библиотек, инструментов и утилит, которые работают вместе, чтобы создать, трассировку лучей, и анализировать геометрию, и манипулировать файлами и данными. В отличие от многих других 3D-приложений для

моделирования, BRL-CAD использует CSG, а не контурное представление. Это означает, что BRL-CAD может "изучить физические явления, такие как баллистическое проникновение и тепловое, радиационное и другие типы транспорта".

Преимущества: открытый исходный код; кроссплатформенность; обширный спектр возможностей и инструментов; можно моделировать в графическом интерфейсе или в командной строке.

Недостатки: тяжёлый входной порог.

Были рассмотрены одни из лучших бесплатных CAD программ.

Некоторые функции, части элементов интерфейса, индивидуальные возможности были не рассмотрены в анализе. В таблице 1 даны сравнительные характеристики других бесплатных CAD-систем.

Таблица 1

Сравнительная характеристика бесплатных CAD систем

Название	Уровень	ОС	Цена	Форматы
3D Crafter	Начинающий	Windows	Бесплатно	3ds, dae, fbx, dxf, obj, x, lwo, svg, STL
3D Builder	Начинающий	Windows, Windows Mobile, Xbox One, and Windows Hololense	Бесплатно	3mf, obj, ply, vrml, STL
3D Slash	Начинающий	Windows, macOS, Linux, Raspberry Pi и Браузер	Freemium, \$2/месяц	3dslash, obj, STL
BlocksCAD	Начинающий	Браузер	Бесплатно	dxf, off, STL
Leopoly	Начинающий	Браузер	Бесплатно	stl, obj
LibreCAD	Начинающий	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	dxf, dwg
MagicaVoxel	Начинающий	Windows, macOS	Бесплатно	2d, iso, mc, obj, ply, qb slab, vox, xraw
SculptGL	Начинающий	Браузер	Бесплатно	obj, ply, sql, STL
TinkerCAD	Начинающий	Браузер	Бесплатно	123dx, 3ds, c4d, mb, obj, svg, STL
Wings 3D	Начинающий	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	3ds, fbx, obj, dae, lwo, wrl, rwx, STL, wrl, x, xml
Antimony	Средний	macOS, Linux	Бесплатно	STL
Art of Illusion	Средний	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	obj, pov, wrl
eMachineShop	Средний	Windows	Бесплатно	igs, sldprt, stp, iges, 3D dwg, STL
FreeCAD	Средний	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	step, iges, obj, STL, dxf, svg, dae, ifc, off, nastran, vrml, Fcstd
Fusion 360	Средний	Windows, macOS	Бесплатно (Students), \$300/год	catpart, dwg, dxf, f3d, igs, obj, pdf, sat, sldprt, STL, stp
Meshmixer	Средний	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	amf, mix, obj, off, STL
QCAD	Средний	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	dwg, dxf, dwf, pdf, svg
Sculptris	Средний	Windows, macOS	Бесплатно	obj, goz
SelfCAD	Средний	Браузер	Бесплатно (Students), \$14.99/месяц	STL, mtl, ply, dae, svg
SolveSpace	Средний	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	dxf, eps, pdf, svg, hpgl, obj, step, STL

Название	Уровень	ОС	Цена	Форматы
SketchUp Free	Средний	Браузер	Бесплатно	stl, png
Vectary	Средний	Браузер	Бесплатно, Premium \$9/месяц	obj, STL, OBJ, glTF
Blender	Продвинутый	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	3ds, dae, fbx, dxf, obj, x, lwo, svg, ply, STL, vrml, vrml97, x3d
BRL-CAD	Продвинутый	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	dxf, iges, STL vrml, x3d
DesignSpark	Продвинутый	Windows	Freemium, \$835 (All Addons)	rsdoc, dxf, ecad, idf, idb, emn, obj, skp, STL, iges, step
Houdini Apprentice	Продвинутый	Windows, macOS, and Linux	Freemium, \$4,495	geo, clip
nanoCAD	Продвинутый	Windows	Freemium, \$180/год	sat, step, igs, iges, sldprt, STL, 3dm, dae, dxf, dwg, dwt, pdf, x_t, x_b, xxm_txt, ssm_bin
OpenSCAD	Продвинутый	Windows, macOS and Linux	Бесплатно	dxf, off, STL

Заключение

Множество платных CAD систем можно заменить бесплатными аналогами. Имеются программы для создания большинства объектов, различных целей и личных потребностей. На начинающем уровне оптимальна программа LibreCAD, на среднем уровне – FreeCAD, на продвинутом уровне – BRL-CAD. Существует возможность выбора нескольких бесплатных программных продуктов, способных выполнять проектирование автоматизированных систем различной сложности. При этом отпадает необходимость покупки дорогостоящих лицензионных программ [3]. Возможности бесплатных Open CAD систем сегодня широко применяется в образовании [4,5], машиностроении [6], строительстве, производстве техники различного назначения.

Библиографический список

1. Вуколов А.Ю. Применение свободного и открытого программного обеспечения к обучению дисциплине ТММ в МГТУ им. Н. Э. Баумана // Инженерный вестник. 2016. № 11. С. 9.
2. Дудукало Д.В., Чепчуров М.С. Моделирование получения профиля поверхностей цилиндрических деталей в программе FREECAD // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых. Белгород, 2020. С. 3584-3588.
3. Kurasov D. Mathematical modeling system MATLAB // Journal of Physics: Conference Series. 2020. С. 12123.
4. Курасов Д.А., Подвальная Е.Ф. Использование инновационных образовательных технологий виртуальной реальности (VR) в обучении и промышленности / В сборнике: Инновационные наукоемкие технологии. Доклады VII международной научно-практической конференции // под общ. Ред. В.М. Панарина. 2020. С. 190-192.
5. Kurasov D.A. Calculation and design of mechanical transmissions with the help of various computer-aided design in conditions of educational process // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 032098.
6. Kurasov D.A. Computer-aided manufacturing: Industry 4.0 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 12153.

УДК 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ 3D ГРАФИКИ В ПРОГРАММЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ BLENDER

А. Д. Ковалев*, Д. А. Киселев

Научный руководитель – Д. А. Курасов

Курганский государственный университет

Российская Федерация, 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4

*kgu_sm@kgu.ru

В статье рассматриваются преимущества, недостатки и возможности программы Blender для объемного 3D моделирования, имеющей широкие возможности для применения в машиностроении и производстве техники различного назначения.

Ключевые слова: 3D моделирование, программа Blender, 3D графика, компоновка с помощью «узлов», 3D модель.

USING VIRTUAL TOOLS 3D GRAPHICS IN THE PROGRAM 3D MODELING BLENDER

A. D. Kovalev*, D. A. Kiselev

Scientificsupervisor - D. A. Kurasov

KurganStateUniversity

Building 4, 63, SovetskayaSt., Kurgan, 640020, Russian Federation

*kgu_sm@kgu.ru

The article discusses the advantages, disadvantages and possibilities of the Blender program for volumetric 3D modeling, which has wide possibilities for applications in mechanical engineering and manufacturing of various applications.

Keywords: 3D Modeling, Blender, Graph 3D, Node Layout, 3D Model.

Чтобы увидеть разрабатываемый проект в том виде, в котором он будет создан его следует визуализировать с помощью компьютерных программ. Такие модели производят глубокое впечатление, и дают возможность добиться потрясающих результатов. Моделирование с помощью 3D технологий отличное решение для многих промышленных, строительных, ювелирных предприятий, а в особенности дизайнерских студий и развлекательной индустрии. 3D моделирование, визуализация и анимация объектов занимают главное место в реализации многих бизнес-проектов.

3D-моделирование – это процесс создания трёхмерной модели объекта. А задачей 3D-моделирования, в свою очередь, выступает разработка зрительного объемного образа желаемого объекта. При этом модель может являться соответствием каких-либо объектов из реального мира (футбольный мяч, кружка) или же быть полностью абстрактной.

Процесс создания трехмерной модели включает три этапа [1]: моделирование, визуализация и вывод модели (печать либо на монитор).

Визуализацией называют метод предоставления абстрактной информации в форме, удобной для зрительного восприятия. Целью этого метода является успешное усвоение информации. Информация должна исходить из абстрактного явления, которое требует длительных размышлений, а вследствие этого процесса невидимое превращается в зримое. Вывод модели осуществляется печатью на бумагу, либо трансляцией на экран.

Использование 3D визуализации – это очень эффективно, наглядно и свежо в наше время. Создание 3D объектов дает возможность увидеть предметы, несуществующие на данный момент, или те, которые существуют, но отсутствует возможность увидеть их вживую.

На сегодняшний момент разработаны различные программы для 3D моделирования. Их список постоянно пополняется, ведь компании, создающие данное ПО, хотят охватить как можно большую аудиторию потребителей, поэтому с появлением новых потребностей к специфике программы, они создают новые приложения. Среди них существуют как платные, так и бесплатные программы для 3D моделирования.

В статье рассматриваются преимущества, недостатки и описание возможностей программы Blender, предназначенной для создания трехмерной компьютерной графики.

Для более близкого знакомства с данным ПО разберем построение несложного элемента: в его роли выступит объект городского парка (скамья).

Построение 3D объекта [2,3]. Для создания скамьи потребуется создать два куба («узла»). Первый будет в качестве досок, а второй металлической конструкцией, на которую крепятся доски. После создания двух кубов нужно выдавить верхнюю грань несколько раз, создавая примерно равные части, это следует сделать, чтобы в будущем правильно наложить текстуру, иначе текстура растянется.

После выдавливания верхней грани нужно сделать закругление. Для этого немного выдавливаем верхнюю грань и поворачиваем ее по оси Z на 18 градусов нажатием клавиши «R». Данное действие нужно проделать 5 раз.

Получилась ножка скамейки. Копируем ее и поворачиваем по оси Z на 180 градусов, после чего соединяем верхние грани. Выделяем 2 точки у первой ножки и такие же 2 у второй, нажимаем клавишу «F» и появляется новый полигон.

Также необходимо соединить перемычку между ножками и добавить спинку скамейки.

Остается только сгладить конструкцию с помощью операции «Smooth» и наложить текстуру металла (Рис. 1).

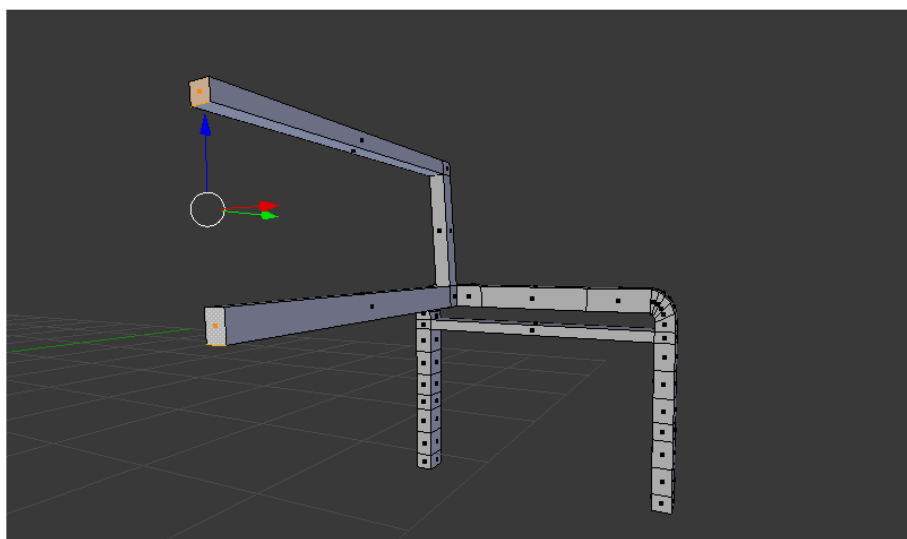


Рисунок 1 – Основа 3D объекта в программе Blender

С досками все очень просто. Из куба делаем плоский и длинный прямоугольник, растягивая грани, и копируем его несколько раз, нажав «Shift+D». Затем расставляем доски на созданной до этого конструкции и текстурируем (Рис. 2).



Рисунок 2 – Текстурируемый 3D объект в программе Blender

Готова лишь половина скамьи. Для того, чтобы создать вторую половину, нужно к обоим элементам скамьи применить модификатор «Mirror» [4,5]. Справа во вкладке «Modifiers» выбираем интересующий модификатор и выбираем отражение по оси У.

Данный модификатор не только полностью отражает объект, но и копирует его текстуры. Получаем целую скамью (Рис. 3).



Рисунок 3 – Конечный 3D объект в программе Blender

Подобным образом в программе создаются и другие объекты, что говорит об универсальности данного программного обеспечения в области создания различных 3D объектов. Возможности программы Blender 3D могут быть использованы для создания виртуальных сцен виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) [6].

Основные преимущества программы Blender 3D: бесплатное распространение программного обеспечения (имеется возможность зайти на сайт разработчиков и бесплатно скачать данную программу); довольно быстрая работоспособность Blender 3D; низкая требовательность к свободной памяти на компьютере при установке (программа требует всего лишь около одного свободного гигабайта памяти на жестком диске); удобство в использовании (все необходимые и часто используемые функции находятся «под рукой», а многие операции понятны интуитивно).

Некоторые недостатки программы Blender 3D: частые обновления (регулярная доработка и изменения, несомненно, повышают актуальность программы); частая смена интерфейса или ввод новых, не до конца понятных функций; возникновение ошибок и недоработок после обновления в процессе использования; инструменты могут быть не такими мощными, как того требует рабочий процесс (некоторые инструменты не работают должным образом только по той причине, что пользователь не знаком с их правильным применением).

На фоне достоинств недостатки программы Blender 3D не выглядят такими существенными. При этом большое количество встроенных функций можно без проблем настроить под свои нужды.

Работа в трехмерном пространстве дает проектировщику оптимальный инструмент для реализации проектов и представлении результатов работы в удобной форме. Ошибки в традиционных чертежах могут остаться незамеченными вплоть до их обнаружения при монтаже уже готовых элементов конструкции. Подобное невозможно в программах 3D моделирования. Система покажет при виртуальной сборке взаимное положение деталей.

В настоящий момент времени рынок 3D пакетов отличается большим разнообразием и продолжает развиваться.

Программа Blender 3D является профессиональным программным обеспечением в области моделирования трехмерной компьютерной графики, имеющим функции скульптинга, анимации, симуляции и монтажа, компоновка в которой происходит с помощью «узлов». Нельзя не заметить, что данное ПО подойдет как новичку, так и человеку уже давно занимающемуся таким видом деятельности как трехмерное моделирование. Blender 3D дает обширные возможности в области создания компьютерной графики и на сегодняшний день является незаменимым помощником для большинства людей. Возможности объемного моделирования и 3D графики программы Blender 3D сегодня широко применяется в образовании [7], машиностроении [8], строительстве, производстве техники различного назначения.

Библиографический список

1. Голованов, Н.Н. Геометрическое моделирование. М.:Физматлит, 2002. 615 с.
2. Прахов, А. Blender. 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих / А. Прахов. М.: БХВ-Петербург, 2009. 272 с.
3. Прахов, Андрей Blender: 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих / Андрей Прахов. М.: БХВ-Петербург, 2008. 379 с.
4. Слакв А. Инструменты моделирования в Blender [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blender3d.com.ua/modeling-tools-book/> (дата обращения: 06.04.2019).
5. Уроки по Blender [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blender3d.com.ua> (дата обращения: 06.04.2019).
6. Курасов Д.А., Подвальная Е.Ф. Использование инновационных образовательных технологий виртуальной реальности (VR) в обучении и промышленности /В сборнике: Инновационные наукоемкие технологии. Доклады VII международной научно-практической конференции// под общ.Ред. В.М. Панарина. 2020. С. 190-192.
7. Kurasov D.A. Calculation and design of mechanical transmissions with the help of various computer-aided design in conditions of educational process // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 032098.
8. Kurasov D.A. Computer-aided manufacturing: Industry 4.0 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 12153.

© Ковалев А. Д, Киселев Д. А., 2021

УДК 658.5

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНДУСТРИИ 4.0

Д. А. Курасов*, А. Д. Ковалев, Е. Ф. Подвальная, П. А. Менщиков

Курганский государственный университет
Российская Федерация, 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4
*naukka@mail.ru

Цифровые технологии своим появлением способствовали возникновению Индустрии 4.0 и являются драйверами четвертой промышленной революции. В работе приводится анализ цифровых технологий и оценка их совместного влияния на трансформацию промышленности.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, интернет вещей, аддитивное производство, дополненная реальность, виртуальная реальность.

DIGITAL TECHNOLOGIES INDUSTRY 4.0

D. A. Kurasov*, A. D. Kovalev, E. F. Podvalnay, P. A. Menshnikov

Kurgan State University
Building 4, 63, Sovetskaya St., Kurgan, 640020, Russian Federation
*naukka@mail.ru

Digital technologies contributed to the emergence of Industry 4.0 and are drivers of the fourth industrial revolution. The paper provides an analysis of digital technologies and an assessment of their joint impact on the transformation of industry.

Ключевые слова на английском языке: Industry 4.0, Internet of Things, Additive Manufacturing, Augmented Reality, Virtual Reality.

Совокупность цифровых технологий Индустрии 4.0 [1], варьируясь в работах различных авторов, представляется следующим набором: интернет вещей, интернет услуг, мобильные устройства, усовершенствованные интерфейсы взаимодействия между человеком и компьютером, 3D-печать/аддитивное производство, интеллектуальные датчики (сенсоры), анализ больших массивов данных, дополненная реальность и виртуальная реальность/носимые устройства, облачные сервисы [2].

На национальном уровне согласно национальным и региональным инициативам по промышленной цифровизации (on digitising industry) осуществляются следующие программы и инициативы: Industrie 4.0 Oesterreich (Австрия); Made different — Factories of the future (Бельгия); Průmysl 4.0 (Чехия); Industrie 4.0 (Германия); Manufacturing Academy of Denmark (MADE, Дания); Industria Conectada 4.0 (Испания); Industria 4.0 и Fabbrica Intelligente (Италия); Digital For Industry Luxembourg (Люксембург); Smart Industry (Нидерланды); Smart Industry (Словакия); Indústria 4.0 (Португалия); Smart Industry (Швеция).

Интернет вещей и услуг, мобильные устройства

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) рис. 1 определяется как сеть физических объектов, поддерживаемая Интернетом, целью которой является интеграция каждого объекта для их взаимодействия через встроенные системы, сетевые коммуникации, серверные вычисления и приложения [3]. IoT и внедрение этой технологии в многочисленных отраслях промышленности позволяет объектам, включая интеллектуальные сенсоры, контроллеры машин и объекты других цифровых технологий, связываться друг с другом, собирать и получать доступ к данным, а также взаимодействовать с пользователями, другими системами и приложениями, создавая интеллектуальные связанные среды. Применение IoT существенно расширяет возможности связи между объектами систем, позволяя реализовать более интенсивные и расширенные по составу потоки данных. Внедрение IoT в промышленности

может состоять в использовании пакетов прикладных программ [4] для решения технических вычислений.

Промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things, IIoT) – это подмножество Интернета вещей, которое относится к таким тяжелым отраслям промышленности, как производство, энергетика, нефть, газ, сельское хозяйство и т.п. Взаимосвязанные средствами IIoT разнородные объекты предприятия приобретают генерировать в высоком темпе огромное количество данных («большие данные»).

Функции интернета вещей: получение огромного количества данных; отслеживание местоположения вещей; точный расчет маршрута передвижения; повышение экологичности производства; удаленное управление мобильными устройствами; усложнение взаимодействия с устройствами; угадывание желаний смартфонами; революция в сфере обмена данными.

Интернет услуг (Internet of Services, IoS) выступает в качестве шлюза между потребителями и производителями [5]. Важным элементом этой концепции является то, что в качестве поставщика и потребителя могут выступать устройства и люди, что включает в себя случай поставки услуг одним устройством для другого. Сервис IoS распространяется как на продукты информационных технологий, так и на традиционные продукты. Потребители этих продуктов получают услуги, предоставляемые производителем, через сами продукты, подключенные к Интернету. IoS расширяет спектр каналов распределения сервисов и усиливает связь между производителем и потребителем. Например, инновационная автомобильная технология Tesla позволяет владельцам обновлять программное обеспечение своего автомобиля через ночные обновления в Интернете.

Усовершенствованные интерфейсы взаимодействия между человеком и компьютером. Поскольку Индустрия 4.0 выводит промышленность на новый уровень, возникает потребность в новых типах интерфейсов для обеспечения бесперебойного взаимодействия всех вовлеченных лиц, повышения точности и скорости решения проблем. Новые интерфейсы должны быть более утонченными, чтобы увеличить эффективность и удаленность выполнения операций, особенно при взаимодействии работников с технологиями в тяжелых промышленных условиях. Так как в производственный процесс вовлекаются операторы, человеко-машинный интерфейс системы должен предусматривать такой способ общения, при котором можно было бы легко вводить команды.

Аддитивное производство и интеллектуальные датчики

Аддитивное производство (Additive Manufacturing, AM) или 3D-печать - это процесс создания объектов из трехмерных цифровых моделей путем добавления соответствующего слоя материала вслед за предыдущим слоем [6]. Эта технология минимизирует отходы сырья и позволяет изготавливать сложные формы без приспособлений и режущих инструментов. Кроме того, аддитивное производство стимулирует производство персонализированных товаров по требованию, а также стратегии построения на заказ. Для преобразования исходных ресурсов в продукты традиционными технологиями требуется много шагов, таких как проектирование, планирование и производство. 3D печать качественно изменяет и сокращает количество этих этапов. Наиболее ярко это проявляется в продуктах со сложной геометрией. AM в настоящее время используется в ряде отраслей промышленности, в том числе в аэрокосмической, автомобильной, биомедицинской, инструментальной, ювелирной, пищевой и др. В интеллектуальных фабриках будущего, где все процессы связаны между собой Интернетом вещей, AM будет способствовать большей децентрализации, гибкости и индивидуализации производственных процессов.

Использование 3D-принтеров и 3D-сканеров открыло уникальные возможности воспроизведения сложнейших пространственных форм, объектов, инженерных конструкций и механизмов во многих областях науки и производства – например, в аэрокосмической, автомобильной, нефтегазовой промышленности, авиастроении, приборостроении, дизайне, машиностроении, металлообработке, медицине, ювелирном деле.

Следующим шагом в развитии технологии сенсоров будет создание сенсоров спектральных сканеров материалов. Сбор при помощи таких датчиков качественной и

количественной информации о химических веществах и материалах и ее поступление в базу данных в режиме реального времени позволит существенно улучшить решения по автоматическому управлению. Например, использование сенсоров спектральных сканеров в системах трубопроводной коллективной транспортировки жидких углеводородов.

Большие данные, дополненная и виртуальная реальность

Аналитика больших данных. Большие данные (Data Science) Индустрии 4.0 - это использование цифровых технологий для управления данными и проведения анализа. Большие данные можно рассматривать в четырёх измерениях: объем, разнообразие, ценность и скорость. Промышленные большие данные характеризуются разнообразием состава и высокой степенью распределенности источников [7], включающих в себя широкий спектр видов технических устройств, жизненный цикл продукта, работу предприятия, производственно-сбытовые цепочки и внешнее сотрудничество.

Современный рынок технологических платформ аналитики больших данных уже необычайно широк и включает в себя такие продукты как, например, SAP Aleri Streamihg, Oracle Complex Event Processing, TIBCO BusinessEvents IBM WebSphere Business Events для обработки сложных событий, а для создания отчетов визуализации – IBM Watson Analytics, FusionCharts InfoSoft Global, Qlik View и др.

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) [8] создает визуальное представление реальной окружающей среды человека, дополняя ее виртуальной. Дополненная реальность работает в реальном времени в человеческой среде и позволяет людям взаимодействовать как с реальными, так и с виртуальными объектами, которые интегрированы в представление и связаны друг с другом [9]. Промышленная дополненная реальность (Industrial Augmented Reality, IAR) - это применение дополненной реальности для поддержки промышленного процесса.

Виртуальная реальность [8] (VR) – эффективная технология, создающая интерактивные трехмерные миры, существующие по заданному сценарию и управляемые в реальном времени. Все в этих мирах подчинено главному правилу – имитации реальности. Все в этих мирах подчинено главному правилу – имитации реальности.

При создании программ виртуальной реальности, необходимо учитывать их свойства.

Правдоподобность – возможность поддерживать у пользователя ощущение реальности происходящего. Интерактивность – взаимодействие пользователя с виртуальной средой. Машинная генерация – использование высокопроизводительного аппаратного обеспечения. Доступность для изучения – возможность исследовать виртуальный мир с высоким уровнем детализации. Эффект присутствия – вовлечение в процесс как мозга, так и тела пользователя. Наличие в виртуальном мире всех перечисленных свойств позволяет создать высококачественную виртуальную реальность с полным в неё погружением.

Существует несколько видов виртуальной реальности: VR с эффектом полного погружения; VR с эффектом полу погружения; VR без погружения; VR с совместной инфраструктурой; VR на базе интернет-технологий.

Облачные вычисления. Реализация систем предприятий в условиях Индустрии 4.0 предъявляет высокие требования к ресурсам компьютерных систем. Возрастание таких требований привело к появлению термина облачные вычисления (Cloud Computing). Общепринятое толкование термина облачные вычисления определяет его как доступность по требованию ресурсов компьютерной системы, особенно хранилищ данных и вычислительной мощности.

Облака могут быть ограничены одной организацией (облако предприятия) или быть доступными для многих организаций (общедоступное облако). Общедоступное облако может быть использовано на условиях аутсорсинга в следующих вариантах: программное обеспечение как услуга (SaaS), платформа как услуга (PaaS), рабочий стол как услуга (DaaS), база данных как услуга (DBaaS), инфраструктура как услуга (IaaS), данные как услуга (DaaS) и т.п.

Для сокращения временных задержек, уменьшения нестабильности, повышения безопасности используют туманные вычисления. Туманные вычисления относятся к вычислительной мощности для анализа данных и функций управления на основе больших объемов данных, полученных устройствами Интернета вещей (IoT). Узлы, которые выполняют такую обработку, обычно расположены в той же локальной сети, что и устройства IoT, и, как правило, они имеют емкость для хранения и вычислительные возможности.

Выводы

В результате можно сделать следующие выводы. Освоенные в настоящее время промышленностью продукты и изделия цифровых технологий еще не реализуют всех возможностей, описываемых академическим сообществом. Например, выгода от применения интеллектуальных сенсоров - цифровых спектральных сканеров материалов для нефтегазовой промышленности потенциально может фактически преобразовать сектор рынка коллективной трубопроводной транспортировки нефти, однако такие технологии еще не созданы. Другим примером многообещающей, но еще нереализованной цифровой технологией, являются AR и VR.

Многие из существующих разработок цифровых технологий имеют экспериментальный характер и существуют в виде исследовательских прототипов. Время, требуемое для отработки цифровой технологии от создания первого прототипа до выхода на рынок продукта, составляет примерно 20 - 25 лет. Например, возможности новых коммерческих продуктов, таких как Solid Edge корпорации Siemens, позволяющих конструкторам создавать цифровые макеты для визуального анализа больших сборок, сокращающих количество дорогих физических прототипов, демонстрировались в исследовательских прототипах еще в середине 1990-х г., в частности лабораторией виртуальной реальности компании EDS. Выпущенные на рынок продукты цифровых технологий скорее носят характер первых экспериментальных образцов, решающих частные локальные задачи, которые еще рано воспринимать как полноценные цифровые блоки Индустрии 4.0. Поэтому можно с уверенностью сказать, что как создание и практическое воплощение полнофункциональных продуктов цифровых технологий, так и полномасштабная реализация Индустрии 4.0 займут долгое время.

В условиях трансформации и перехода промышленности к сложным производственно-технологическим системам Индустрии 4.0 существенно усложняется задача контроля состояния элементов и процессов цифровых и производственных технологий. При этом возникает потребность в создании методов и средств ведения широкомасштабного комплексного мониторинга, диагностики и управления всей совокупностью технологий Индустрии 4.0.

Индустрия 4.0 медленно, но верно входит в наш мир. Индустрия 4.0 позволит выйти на новый уровень человеческого развития и качества жизни. Она изменит отношение людей и самих людей.

Библиографический список

1. Kurasov D.A. Computer-aided manufacturing: Industry 4.0 // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1047, Issue 1, 2021, p. 7
2. Цифровые производственные технологии согласно концепции industry 4.0 Мартинов Г.М. Автоматизация в промышленности. 2019. № 5. С. 3-5.
3. Wopata M., Rickert J., Lueth K., Scully P. Industry 4.0 and Smart Manufacturing Market Report 2018-2023. IoT Analytics, 2018. – 373 p.
4. Kurasov D.A. Mathematical modeling system MatLab // Journal of Physics: Conference Series Volume 1691, Issue 1, 2020, p. 9
5. Reaney T., Hadid B. Industry 4.0. Research paper. LMAC Consulting, 2019. – 29 p.
6. Horst D., Duvoisin C., Vieira R. Additive Manufacturing at Industry 4.0: a Review // International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR). – 2018. – Vo. 8, no 8. – P. 3-

7. Wang J., Zhang W., Shi Y., Duan S. Industrial Big Data Analytics: Challenges, Methodologies, and Applications // Submitted to IEEE Transactions on Automation Science and Engineering. – 13.p

8. Курасов Д.А., Подвальная Е.Ф. Использование инновационных образовательных технологий виртуальной реальности (VR) в обучении и промышленности / В сборнике: Инновационные наукоемкие технологии. Доклады VII международной научно-практической конференции // под общ. Ред. В.М. Панарина. 2020. С. 190-192.

9. Riascos R., Levy L., Stjepandic J. and Frohlich A. (2015) Digital Mock-up // Concurrent Engineering in the 21 st Century: Foundations, Developments and Challenges. London: Springer Verlag, 2016. – P. 355-388

© Курасов Д. А., Ковалев А. Д., Подвальная Е. Ф., Менщиков П. А., 2021

УДК 004.924

МЕТОД БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕСТОВ ПРОДУКЦИИ

М. А. Васильев

Научный руководитель – А. Н. Баранов

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева

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

E-mail: krsk-maks@mail.ru

В данной статье рассматриваются способы достижения максимальной эффективности разработки и создания прототипов для тестирования и испытаний на производстве.

Ключевые слова: быстрое прототипирование, 3D печать, прототип, тестирование продукции.

RAPID PROTOTYPING METHOD FOR FUNCTIONAL PRODUCT TESTS

M. A. Vasilev

Scientific supervisor – A. N. Baranov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

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

E-mail: krsk-maks@mail.ru

This article discusses how to maximize the efficiency of development and prototyping for testing and testing in production.

Key words: rapid prototyping, 3D printing, prototype, product testing.

В современном мире большой конкуренции, производители должны выводить свою продукцию на рынок за минимальные сроки, для сохранения лидирующих позиций на рынке. Для сокращения этапа разработки продукции можно применить современные технологии.

В любом производстве существует необходимость в проведении различных испытаний и тестов продукции. На проведение данных процедур, необходимы прототипы, для определения наиболее эффективного решения поставленной задачи.

При традиционных методах затрачивается достаточно большое количество денежных средств и времени для создания проекта и его доработок, при учете изменений продукции в ходе тестов.

Такая технология быстрое прототипирование может существенно снизить затраты на проведение тестов и испытаний, снизить количество факторов, влияющих на неточное производство, а также повысить качество и реалистичность тестируемой продукции. Создаются объекты быстрого прототипирования с помощью 3D печати [1].

3D печать – это процесс превращения цифровой модели в физический объект. Прототипы, созданные с помощью 3D печати можно тестировать по различным показателям, таким как:

- Проверка собираемости объектов и узлов

Данный вид испытания объекта позволяет проверить правильно ли объект будет располагаться на своем месте.

- Проверка объекта на поведение в рабочей среде

Данная процедура помогает с помощью структурного анализа, прогнозировать поведение объекта в его в реальной среде.

- Проверка новых инженерных решений для оптимизации объекта

Данный вид тестирования позволяет проверить инновационные решения на реальном объекте, за минимальные траты

- Проверка объекта на прочность и стойкость к износу
- Проверка на обтекаемость объекта с помощью аэродинамической трубы [2].

Этот вид тестов позволяет получить данные о сопротивлении объекта потокам воздуха.

Помимо множества вариантов тестирования объектов, созданных с помощью технологии быстрого прототипирования, эта технология имеет преимущества, недостижимые для традиционных технологий.

При применении данной технологии достигается высокая скорость создания объектов, высокая точность созданных объектов, которая соответствует 3D модели с точностью до 15 мкм. При создании прототипа с помощью 3D печати практически нет ограничений по геометрии, что позволяет создать объект абсолютно любой формы и конструкции [3].

Применение 3D печати позволяет в разы снизить денежные затраты на создание тестируемого объекта, благодаря использованию меньших ресурсов.

Создать образец можно в стенах одного здания, что не позволит участвовать посредникам в создании образца, вследствие обеспечивается безопасность разработок.

Благодаря множеству видов композитов, полимеров, термопластиков и фотополимеров, производитель может создать прототип с нужными ему физико-механическими свойствами и внешним видом.

Таким образом, для достижения максимально эффективного и быстрого процесса производства прототипов для тестов продукции, производителям необходимо использовать современные технологии, позволяющие существенно сократить затраты на разработку и создание прототипа.

Библиографический список

1. Быстрое 3D прототипирование. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://larengineering.ru/services_rapid_prototyping.html. (дата обращения: 10.05.2021).
2. Применение 3D-технологий в машиностроении. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://top3dshop.ru/wiki/3d-print-machinery.html>. (дата обращения: 10.05.2021).
3. 3D прототипирование. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://3d-m.ru/chto-takoe-3d-prototipirovanie/#attachment%20wp-att-21450/0/>. (дата обращения: 09.05.2021).

© Васильев М. А., 2021

УДК 621.9.011

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

А. П. Косых, Р. С. Б. Курбонов

Научный руководитель – Е.С. Коккарева, Г.В. Шампарова
Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Петровский колледж»
Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, улица Балтийская, дом 35, литер А
E-mail: K0sykh-Aleksei@yandex.ru
E-mail: e.kokkareva@petrocollege.ru

Обеспечение стабильности технологического процесса невозможно без тесного и слаженного сотрудничества представителей технологического отдела и отдела технического контроля. Взаимодействие выше перечисленных отделов рассмотрено на примере тестирования технологии изготовления детали типа вал.

Ключевые слова: Обеспечение качества, контрольные карты Шухарта, погрешность.

ENSURING THE QUALITY AND STABILITY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING PRODUCTS

A. P. Kosykh, S. R. B. Kurbonov

Scientific supervisor – E. S. Kokkareva, G. V. Champarova
St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"
35 Baltiyskaya Street, letter A, Saint Petersburg, 198095, Russian Federation
E-mail: K0sykh-Aleksei@yandex.ru
E-mail: e.kokkareva@petrocollege.ru

Ensuring the stability of the technological process is impossible without close and well-coordinated cooperation of representatives of the technology department and the technical control department. The interaction of the above departments is considered on the example of testing the manufacturing technology of a shaft-type part.

Keywords: Quality assurance, Shewhart control cards, error

Существенное влияние на качество изготовления изделий оказывает своевременная корректировка технологии изготовления. Для обеспечения заданных конструктором параметров изделия необходим строгий учёт возникающих и изменяющихся в процессе обработки погрешностей, своевременное выявление которых позволит значительно снизить издержки производства.

Цель работы данной работы построить модель взаимодействия технологической службы и службы технического контроля.

Задачи работы:

1. Выполнить расчет погрешности обработки детали.
2. Дать заключение о возможности обработки и, при необходимости внести изменения.
3. Проверить однородность выборки проверяемых деталей.
4. Проанализировать функционирование процесса изготовления детали методом статистического управления, применяя статистические методы в виде контрольных карт Шухарта для количественных данных.
5. Разработать алгоритм принятия решений при выявлении несоответствий.

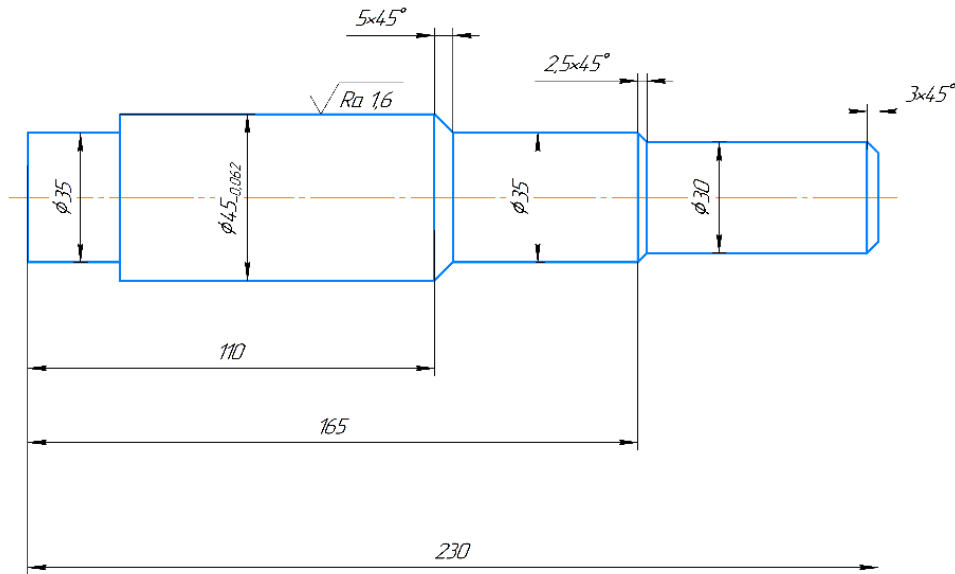


Рисунок 1 – Эскиз детали «Вал»

Исследуемая деталь изготовлена из стали 45, обрабатывается чистовым точением в центрах гидрокопировального станка 1Н713 с допуском h9. Так как размер 45 самый ответственный, он принимается как исследуемый параметр и по нему можно будет судить о стабильности технологического процесса.

На стадии разработки и внедрения технологического процесса технологом оценивается погрешность обработки и в случае необходимости вносятся корректировки. Суммарную погрешность при обработке тел вращения определяют по законам теории вероятности следующим уравнением:

$$\Delta_{\Sigma} = 2\sqrt{\Delta y^2 + \Delta_n^2 + (1.73\Delta_{и})^2 + (1.73\Sigma\Delta_{ст})^2 + (1.73\Sigma\Delta_{т})^2},$$

где Δy – погрешность, возникающая вследствие упругих деформаций под действием силы резания; Δ_n – погрешность при настройке станка; $\Delta_{и}$ – погрешность, обусловленная износом режущего инструмента; $\Sigma\Delta_{ст}$ – погрешность станка; $\Sigma\Delta_{т}$ – погрешность от температурных деформаций (выделения тепла в процессе резания).

Таблица 1

Погрешности обработки

Погрешность	Метод определения	Результат, мкм	Примечания
Δy	$\Delta y = W_{max}P_{y_{max}} - W_{min}P_{y_{min}}$	5,4	можно считать, что максимальную податливость система имеет при расположении резца посередине вала
Δ_n	$\Delta_n = \sqrt{(K_p\Delta_p)^2 + (K_{и}\frac{\Delta_{изм}}{2})^2}$	20	настройка резца на заданный размер производится по эталону и контролируется при помощи металлического щупа
$\Delta_{и}$	$\Delta_{и} = \frac{L}{1000} * U_0$	28	сплав Т15К6
$\Sigma\Delta_{ст}$	$\Delta y = W_{max}P_{y_{max}} - W_{min}P_{y_{min}}$	3,3	станок нормальной точности
$\Sigma\Delta_{т}$	15 % от суммы прочих погрешностей	20	

Суммарная погрешность $\Sigma = 110$ мкм и превышает величину допуска на контролируемый размер. Наиболее эффективным для снижения суммарной погрешности размера будет уменьшение погрешности от размерного износа резца. Этого можно достигнуть:

- использованием более износостойкого твердого сплава
- сокращением длины пути резания (уменьшением числа деталей, обрабатываемых между переточкой или заменой инструмента;
- использованием устройств автоподналадки.

В нашем случае наиболее оптимальным вариантом является замена резца: Вместо твердого сплава T15K6 будем использовать T30K4, относительный износ которого меньше почти в 2 раза. При пересчете получили $\Sigma = 110$ мкм, что удовлетворяет условию точности

С целью оценки стабильности технологического процесса изготовления изделий по вновь разработанной документации была изготовлена опытная партия образцов. На основании полученных данных была составлена Контрольная карта Шухарта, представленная на рисунке 2. Цель построения которой – выявление точек выхода технологического процесса из устойчивого состояния для последующего обнаружения причин отклонения и их устранения [1].

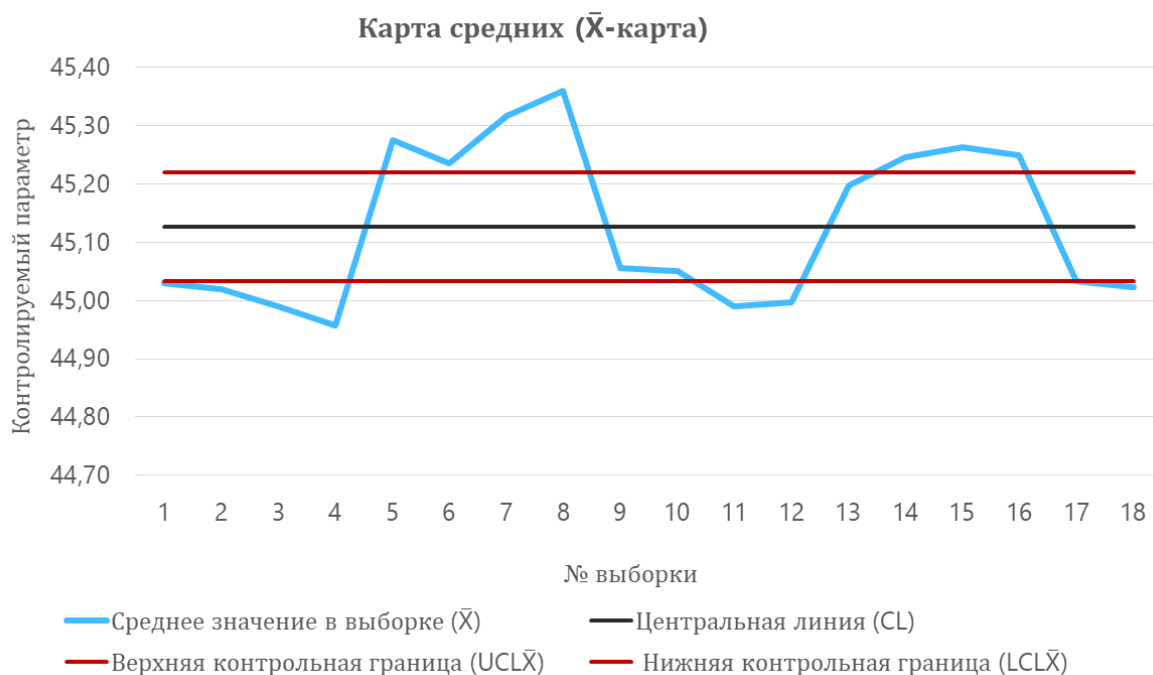


Рисунок 2 – Контрольная карта Шухарта

Как можно видеть из рисунка 2, контролируемый параметр выходит за контрольные границы, это говорит о существовании особых причин, нарушающих управляемость процесса. Из чего можно сделать вывод о том, что на данный момент процесс является статистически не управляемым [2].

Для определения причин возникновения несоответствия была составлена Причинно-следственная диаграмма Исикавы. Диаграмма Исикавы или причинно-следственная диаграмма – применяется с целью графического отображения взаимосвязи между решаемой проблемой и причинами, влияющими на ее возникновение.



Рисунок 3 – Причинно-следственная диаграмма Исикавы

Для устранения выявленных несоответствий и повышения статистической управляемости предприняли действия, приведённые в таблице 2.

Таблица 2

Действия, предпринятые для повышения статистической управляемости

Коррекция	Корректирующие действия
Введены периодические квалификационные испытания персонала	Пересмотрен планово-предупредительный ремонт
Произведена проверка станка на точность и жёсткость	Процедура входного контроля включена в технологический процесс
Проанализировано качество выпускаемой детали	Повышены требования к техническому обслуживанию и контролю оборудованию
По результатам анализа разработан план корректирующих действий	

После предпринятых мер была изготовлена вторая опытная партия деталей, по результатам измерения которой была составлена вторая контрольная карта, представленная на рисунке 4.



Рисунок 4 – Контрольная карта Шухарта после предпринятых мер

Контрольная карта Шухарта после комплексных предпринятых мер сигнализирует нам, что предпринятые действия дали результат и теперь процесс находится в состоянии статистической управляемости. [3]

Обеспечение стабильности технологического процесса невозможно без тесного и слаженного сотрудничества представителей технологического отдела и отдела технического контроля. Применение статистических методов при анализе стабильности технологического процесса на этапе постановки продукции на производство позволит значительно снизить издержки на исправления дефектов, выявляемых в процессе изготовления партии изделий, предназначенных для реализации.

Так же стабильность технологического процесса может быть обеспечена за счет его механизации и автоматизации. Поэтому одним из путей повышения качества продукции в настоящее время избран путь механизации технологических операций.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 7870-1-2015. «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 1. Общие принципы.»
2. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015. «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта.»
3. Аристов О.В. Управление качеством — Москва, 2017. – 224 с.

© Косых А. П., Курбонов С. Р. Б., 2021

УДК 681.2.083

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЯ

Н. В. Микаев

Научный руководитель – Е. С. Коккарева, Г. А. Шампарова

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Петровский колледж»

Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Балтийская, д. 35 лит. А

E-mail: mikaev.nik12@gmail.com.

В настоящее время производственные компании постоянно стремятся улучшить и улучшить показатели качества предлагаемых товаров и услуг, чтобы повысить свою конкурентоспособность на рынке. Для того чтобы соответствовать высокой конкуренции, предприятие должно постоянно совершенствоваться, то без автоматизации производственного процесса не обойтись.

Ключевые слова: Координатно-измерительная машина, автоматизация, контроль качества.

APPLICATION OF AUTOMATED CONTROL IN THE MANUFACTURE OF PRODUCTS

N. V. Mikaev

Scientific supervisor – E. S. Kokkareva, G. A. Champarova

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"

Russian Federation, 198095, St. Petersburg, Baltiyskaya str., 35 lit. A

E-mail: mikaev.nik12@gmail.com.

Currently, manufacturing companies are constantly striving to improve and improve the quality indicators of the products and services offered in order to increase their competitiveness in the market. In order to meet the high competition, the company must constantly improve, then without automation of the production process can not do.

Keywords: Coordinate measuring machine, automation, quality control.

Развитию современных технологий не обойтись без качественного контроля. Широкое применение станков с числовым программным управлением в изготовлении продукции повысило требование к используемым средствам контроля. Чтобы соответствовать высоким требованиям контроля производству необходимо применять координатно-измерительные машины (КИМ).

Актуальность, данной работы заключается в том, что изготовление сложных технических объектов (ТО), а также обеспечение высокого уровня готовности и эффективности их применения в условиях эксплуатации требуют значительных затрат. Задача сокращения этих затрат при сохранении технической эффективности и качества изделий является в настоящее время наиболее актуальной.

Цель данной работы проанализировать эффективность использования, автоматизированного контроля разных отраслях промышленности.

Задачи работы:

1. Изучить принцип работы координатно-измерительной машиной.
2. Выявить риски при работе с координатно-измерительной машиной.
3. Рассмотреть преимущества применения координатно-измерительной машиной.

Принцип работы и устройство КИМ

Координатно-измерительная машина - это приборы для измерения положения точек на плоскости элементов изделия в системе плоских или пространственных координат, пример КИМ представлен на рис 1. Название «координатные» закрепился за устройствами, в которых рассчитываются линейные размеры по итогам измерения в пространстве координат отдельных точек в системе 3-х координатных осей, т.е. расположенным в месте под углом 90 градусов.

Принцип проведения измерений на КИМ заключается в том, что любую плоскость или же профиль вполне вероятно выложить представить состоящей из безграничного количества отдельных точек и в случае если известно положение в пространстве некоторого ограниченного числа точек, т. е. определены их координаты, то по подходящим методам вполне вероятно рассчитать габариты данных плоскостей, а ещё местоположение плоскостей в пространстве и между собой. К примеру, в случае если на совершенной окружности измерить 3 точки, то они определяют диаметр окружности, потому что из геометрии известно, что через 3 точки можно провести окружность и притом того только 1 [1].

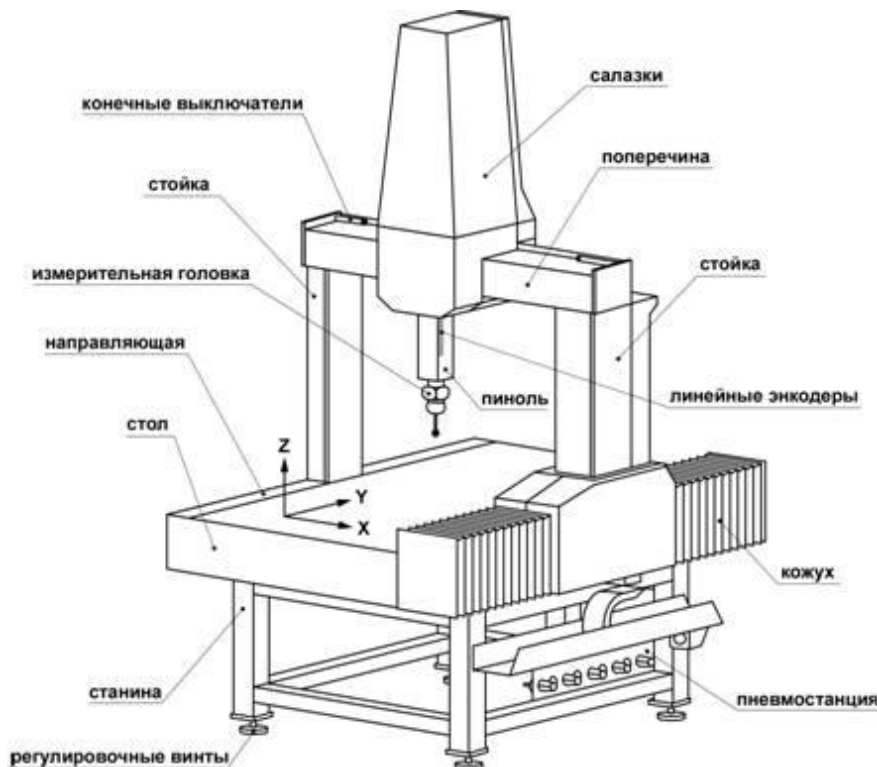


Рисунок 1 - Схема базовой части КИМ

При помощи координатно-измерительной машины можно выполнять задачи [2]:

- Проведение измерений изделий трудной формы;
- КИМ проводить измерения при аттестовать и сертифицировать эталоны, калибры и другие детали с допусками менее 1мкм;
- Создавать конструкционные модели новейшей продукции;
- Проводить проверку пригодности оснастки производственных линий нормативным требованиям;
- Измерять формы с поддержкой датчиков всевозможных конфигураций и способов проверки на соотношение объема, материалу и форме определенного изделия;
- Создавать и обрабатывать цифровые модели продукту;
- Контролировать свойства готовой продукции.

Процесс работы КИМ можно разделить на два вида:

Первый заключается в измерении выбранных точек в системе координат, которые соответствуют номинальным значениям размеров. Измерительный шуп перемещается

согласно заранее написанной программе.

Второй заключается в измерение поверхности без заранее написанной программы, замеры производятся при контакте измерительного щупа с измеряемой поверхностью.

После измерений при поддержке программного обеспечения формируется трехмерный чертёж на основе математических расчетов. Плюсом предоставленного способа считается приведение к единой системе комплекса данных, которые возможно применить и для иных расчетов. Полученная информация заносится в общую базу данных и автоматически передается на иные участки производства, специализирующиеся изучением соседних частей. В результате автоматизируется производственный и конструкторский процесс изготовления изделия [3].

В таблице 1. представлены возможные риски при использовании координатно-измерительной машины, а также корректирующие действия для их предотвращения.

Таблица 1

Возможные риски при выполнении контрольных работ на КИМ

Элементы плана	Риски	Корректирующие действия
Выполнить калибровку	Неоткалиброванное оборудование перед началом работы	Разработать программу для самокалибровки
Произвести анализ и подготовку чертежа	Забыть указать контролируемый размер	Составлять список необходимых элементов измерения.
Выполнить привязку	Не корректно со поставная деталь и чертеж во время привязки.	Дополнительно уделять внимание привязке
Произвести измерение	Смещение детали во время произведения измерений.	Закреплять заготовку в позы которые, не дадут детали двигаться

Преимущества использования координатно-измерительной машины

Основным преимуществом КИМ является автоматизация производственного процесса как на этапе измерения, так и на этапе обработки результатов этих измерений. А также:

- Замена человеческого труда при выполнении монотонной работы.
- Сокращение времени на любую операцию или обработку.
- Гарантия надежного уровня задач в разработке, поддержании, управлении технологическими процессами, обслуживании и эксплуатации автоматизированных процессов.

- Положительный экономический эффект.
- Простота в использовании и обслуживании.
- Стабильная работа без перебоев.
- Высокая скорость работы и производительность.
- Простая и быстрая настройка приборов.
- Исключение возможности брака.

Различные виды координатно-измерительных машин применяются на машиностроительных, авиационных, металлургических и в иных сферах. На маленьких производствах и в мастерских, к примеру, часто пользуют малогабаритные установки с ручным управлением, где необходим высоко квалифицированный персонал. Что позволяет проводить максимально точный контроль, который позволяет изготавливать неповторимые маленькие изделий с правильной геометрией. В сложных производственных процессах использование координатно-измерительных машин доказывает необходимость их использования, и метод соединения нескольких этапов производства.

Введение координатно-измерительной машины в технологический процесс является признаком прогрессивного подхода организации к деятельности производства. Переход на современные методы контроля изделий и оснастки с использованием современных технологий увеличивает и уровень качества сборки, и технологическую эффективность

производственного участка. Однако, координатно-измерительные машины постоянно улучшаются в разных аспектах, поэтому прогрессивным курсом развития является новейшие модели КИМ, которые различаются верность измерением и универсальностью использования. Единственным недостатком данной технологии этого типа представляет собой большая стоимость и дороговизна обслуживания.

Библиографический список

1. Координатные измерительные машины [Электронный ресурс] — URL: https://studwood.ru/1719776/tovarovedenie/koordinatnye_izmeritelnye_mashiny (10.05.2021).
2. Чикуров Н.Г. Математические задачи координатно-измерительных машин — СПб.: Питер, 2020. — 150 с.
3. Координатно-измерительная машина: описание, технические характеристики, применение [Электронный ресурс] — URL: <https://www.syl.ru/article/373469/koordinatno-izmeritelnaya-mashina-opisanie-tehnicheskie-harakteristiki-primenenie> (10.05.2021).

© Микаев Н. В., 2021

АССОЦИАТИВНОСТЬ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А. И. Поликашов^а, А. С. Сергеев^б, Д. И. Кузнецов^с

Научный руководитель – Е. С. Коккарева

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Петровский колледж»

Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, улица Балтийская, дом 35, литер А

^аE-mail: Polikashov2015@yandex.ru

^бE-mail: alexander.sergeev9878@gmail.com

^сE-mail: lololo0775@mail.ru

Ассоциативностью CAD/CAM-системы называется ее возможность связать геометрию с траекторией обработки, инструментом, материалом, параметрами и создать законченную операцию. В следствие корректировки в процессе проектирования полная ассоциативность предполагает, что всякие изменения в конструкции детали, чертежа или, например, сборочного узла отображается в связанных документах.

Ключевые слова: САПР, ассоциативность, проектирование, геометрическая модель.

ASSOCIATIVITY IN COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS

A. I. Polikashov^a, A. S. Sergeev^b, D. I. Kuznetsov^c

Scientific supervisor – E. S. Kokkareva

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College»

35 Baltiyskaya Street, letter A, Saint Petersburg, 198095, Russian Federation

^aE-mail: Polikashov2015@yandex.ru

^bE-mail: alexander.sergeev9878@gmail.com

^cE-mail: lololo0775@mail.ru

The associativity of a CAD / SAM system is its ability to link the geometry to the processing path, tool, material, and parameters and create a complete operation. As a result of adjustments in the design process, full associativity assumes that any changes in the design of a part, drawing, or, for example, an assembly are displayed in related documents.

Keywords: CAD, associativity, design, geometric model.

Ассоциативность – способность системы запоминать логические связи между операциями построения и геометрическими объектами, которые использовались в качестве опорных в данной операции. (т.е. на которые производились ссылки при построении) [1].

Ассоциативностью CAD/CAM-системы называется ее возможность связать геометрию с траекторией обработки, инструментом, материалом, параметрами и создать законченную операцию. Фрагменты операции остаются неизменными и могут быть применены для последующих расчетов и создания новой операции, даже если один из этих фрагментов изменился. Ассоциативность предлагает технологу-программисту широкий спектр возможностей по отладке технологии обработки и оберегает его силы от скучного и трудоемкого процесса исправления своих неточностей. Во время преобразований над параметрами операции, можно наблюдать меняющуюся траекторию и машинное время обработки, что в итоге даст сделать выбор в пользу лучшего варианта. Обычно, такая ассоциативность работает в границах только одной CAD/CAM-системы.

С помощью внедрения ассоциативных связей между параметрами во всех документах проекта и осуществляется современное развитие САПР. Двухнаправленная ассоциативность позволяет изменить параметры и свойства чертежа при изменении рабочей модели, а также предполагает автоматическое обновление чертежа.

Например, если появляется необходимость в передаче большего крутящего момента спроектированным редуктором, следует внести новое значение в техническое задание, по которому была создана модель редуктора, и спустя определенный промежуток времени будут получены 3D-модели, документация на новый редуктор и чертежи [2].

Ассоциативные связи между деталями и сборкой в современных САПР только на уровне отдельных деталей, но и технологических моделей. После создания «концептуального шаблона», который также известен под названием «управляющая структура», возможно определить параметры изделия, и, соответственно, зависящие от него функциональные характеристики. Все функции работы с твердым телом и поверхностью можно проследить в полностью ассоциативном, параметрическом Дереве построения. Достаточно лишь один раз обозначить такую зависимость, чтобы пользователю стало доступно автоматическое изменение геометрии и размеров, а также других зависимых элементов. Это дает возможность не тратить большее количество времени на внесение в проект изменений или на анализе всевозможных вариантов конструкции.

Произведенные в исходных моделях САПР изменения имеют возможность автоматически регенерироваться в иллюстрации и, соответственно, в эксплуатационной документации. Это значительно упрощает и ускоряет процесс разработки технических руководств.

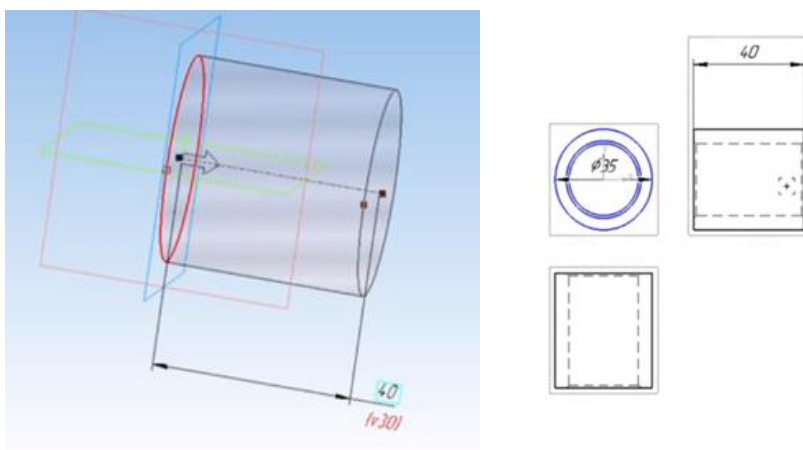


Рисунок 1 – Твёрдотельная модель детали и ассоциативный чертеж по модели

По данным компании Solid Works, быстрое ассоциативное изменение деталей, технологической оснастки и чертежей при их проектировании и модификация конструкции приводит к сокращению сроков проектирования более чем в 10 раз, а также к снижению затрат на производство в 2—3 раза [3].

В следствие корректировки в процессе проектирования полная ассоциативность предполагает, что всякие изменения в конструкции детали, чертежа или, например, сборочного узла незамедлительно отображается на каждом из других документов. Именно это дает возможность осуществить эскизирование на экране компьютера.

Двухнаправленная ассоциативность дает нам понимание того, что изменение параметров модели автоматически вызывает изменение параметров чертежа, это работает и в обратную сторону. Установка других размеров или другого положения одной из деталей при проектировании сборок влечет за собой корректировку положения других. Безусловно, важную роль при проектировании конструкций блоков и узлов, которые в свою очередь состоят из множества деталей, играют параметризация и ассоциативность.

В заключение хотим сказать, что после выполнения нами работы, демонстрирующей ассоциативность в модели сборки, чертеже и спецификации, мы вынесли из неё положительные результаты. Данная работа может использоваться при изучении соответствующих разделов, что позволит облегчить учебный процесс. Также она может быть задействована на курсах повышения квалификации. Каждый может стать востребованным специалистом, для этого важно знать о всех возможностях программы, ведь они значительно упрощают работу конструкторов и технологов, делают ее качественнее.

Библиографический список

1. Алгоритм работы в САМ-системе [Электронный ресурс] — URL: <http://www.planetacam.ru/college/learn/12-7/> (дата обращения: 18.04.2021).
2. NX [Электронный ресурс] — URL: <http://arintek.ru/soft/unigraphics-nx> (дата обращения: 16.04.2021).
3. Большаков В.П. Твёрдотельное моделирование деталей в САДсистемах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. 4. / В.П. Большаков. А.Л. Бочков, Ю.Т. Лячек — СПб.: Питер, 2015. — 480 с.

© Поликашов А. И., Сергеев А. С., Кузнецов Д. И., 2021

УДК 004.94

ПРИМЕНЕНИЕ САПР В РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА: ОТ 3D-МОДЕЛИ ДО ПРОГРАММЫ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

К. В. Прошкин^а, А. А. Богоявленский^б

Научный руководитель – Е. С. Коккарева

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Петровский колледж»

Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, улица Балтийская, дом 35, литер А

^аE-mail: kirillpro2000@gmail.com

^бE-mail: alexei080201@mail.ru

САПР предоставляет возможность просматривать геометрическую модель изделия, избавляет от необходимости выполнять математические вычисления, контролировать все точные размеры, позволяет получать большую часть технологической документации. Данный вид проектирования позволит при сокращении человеко-часов во много раз увеличить скорость проектирование и производства более совершенных и трудных узлов и агрегатов.

Ключевые слова: САПР, технологический процесс, проектирование, геометрическая модель, автоматизация, трудоемкость проектирования.

APPLICATION OF CAD IN THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS: FROM A 3D MODEL TO A PROGRAM FOR A CNC MACHINE

K. V. Proshkin^a, A. A. Bogoavlenski^b

Scientific supervisor – E. S. Kokkareva

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"

Russian Federation, 198095, St. Petersburg, Baltiyskaya street, 35, letter A

^aE-mail: kirillpro2000@gmail.com

^bE-mail: alexei080201@mail.ru

CAD provides the ability to view the geometric model of the product, eliminates the need to perform mathematical calculations, control all the exact dimensions, and allows you to get most of the technological documentation. This type of design will allow, while reducing man-hours, many times to increase the speed of design and production of more advanced and difficult components and assemblies.

Key words: CAD, technological process, development, geometric model, automation, complexity of design.

При разработке технологических процессов в данный момент времени мало где применяется САПР в полном объеме: «от 3D модели до программы станка с ЧПУ», но именно в этом виде проектирования заключается большой потенциал. Полностью автоматизированная разработка технологических процессов позволит сократить время от проектирования до внедрения в производство сложных деталей.

Совместно с проектированием и разработкой детали конструктор проектирует её 3D модель, которая позволит проверить её совместимость со смежными деталями и просмотреть геометрическую модель изделия. После разработки и проверки чертежа и 3D модели детали, необходимо написать на неё технологический процесс изготовления. Пример разработки технологического процесса (ТП) будет описан на основе программного продукта «Вертикаль» от Аскон, но аналогично работы выполняются и в других САПР.

САПР ТП «Вертикаль» позволяет в автоматизированном режиме проектировать технологические процессы, в основе которых лежит ступенчатая структура из операций, переходов, оборудования, профессий, оснастки и других технологических объектов, а также предоставляет возможность параллельного проектирования сложных и сквозных техпроцессов группой технологов в реальном режиме времени [1].

Система имеет двустороннюю связь параметров технологического процесса с параметрами графических документов КОМПАС-3D: чертежей, эскизов, 3D-моделей. Это означает что, при изменении значений параметров в графических документах происходит соответствующее изменение ассоциированных параметров технологического процесса (например, изменение размеров в тексте перехода при изменении соответствующего габарита на чертеже). Также есть возможность и обратного действия, — при каком либо изменении в ТП, произойдут соответствующие изменения в графическом документе [1].

Так же САПР ТП «Вертикаль» позволяет выполнить:

1. Нормирование трудозатрат;
2. Нормирование материалов;
3. Расчет режимов резания;
4. Формирование технологической документации в соответствии с требованиями ГОСТ РФ и стандартами, используемыми на предприятии.

Рассмотрим процесс разработки комплекта технологической документации и управляющей программы для токарной операции с ЧПУ на примере конкретной детали. Для разработки технологии изготовления детали от чертежа до программы для станка с ЧПУ нам необходимо пройти несколько последовательных этапов.

Этап 1 «Эскиз и Техническое Задание (ТЗ)»

До того, чтобы разработать технологический процесс, необходимо определиться с видом детали, последовательностью обработки и материалом заготовки. Исходными данными на этом этапе является эскиз, по которому мы будем в дальнейшем выстраивать ТП.

Этап 2 «Создание 3D модели детали»

После получения эскиза, с помощью одной из программ САПР, в нашем случае «Компас-3D», строится 3D модель детали, которую можно проверить на пригодность использования в механизме (сборке готового изделия).

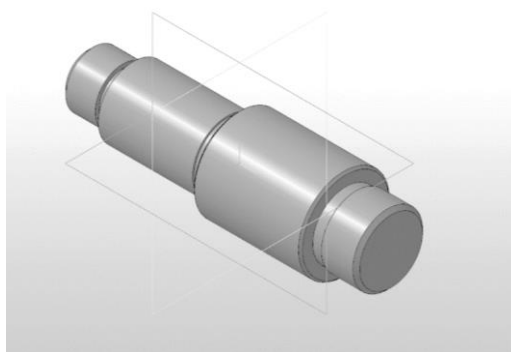
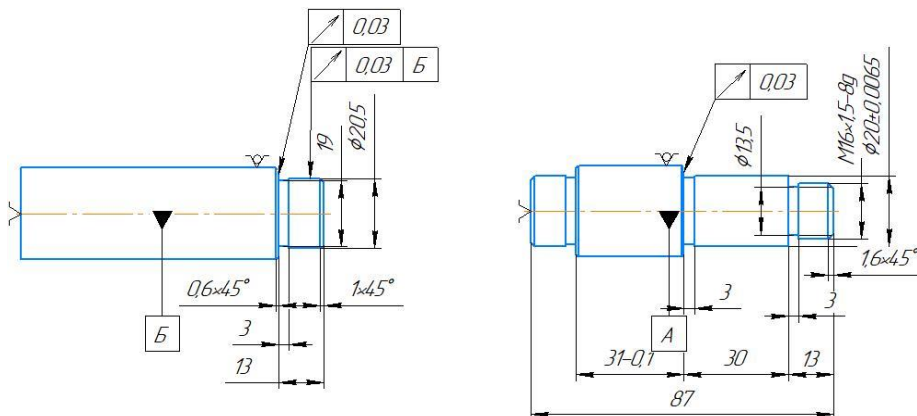


Рисунок 1 - 3D модель вала

Этап 3 «Рабочий чертёж и эскизы обработки»

Далее нам требуется рабочий чертеж. Преимуществом работы в программах САПР является то, что программа сама его построит по созданной модели. При необходимости можно запросить 3 стандартных вида, выполнить разрезы, сечения и дополнительные виды. Чертеж ассоциативен с деталью и, при внесении изменений в модель технологом при отработке на технологичность, будет перестроен. Программа позволяет выбирать материал детали и заполнять основную надпись.

Так же для полного пакета документов нам понадобятся Карта Эскизов (*КЭ*). Для этого их построения можно использовать трехмерную модель и рабочий чертёж. Эскизы можно выполнить в документе «Фрагмент».



Этап 4 «Разработка технологического процесса»

Для написания ТП в данной программе необходимо:

- 88

5. После выбора станка и т.д. приступаем к внедрению вспомогательных и основных переходов. Во вспомогательных переходах мы должны указать метод и устройство установки заготовки в станок. В основных переходах мы выбираем метод обработки заготовки и измерения;

6. Необходимо рассчитать нормы времени и режимы обработки. Для этого нам необходимо на каждый основной переход назначить режущий инструмент, после программа просит указать *припуск обработки и т.д.* и в автоматическом порядке она рассчитает T_o – время обработки и T_v – время вспомогательное, нам остается получить с помощью нормативных документов $T_{пз}$ -подготовительно-заключительное время и $T_{шт}$ – время на полную обработку детали;

7. Для токарной операции с ЧПУ нам понадобится управляющая программа, которую мы связываем с данной операцией.

Этап 5 «Написание обрабатывающей программы для ЧПУ станка»

Приняв за исходные данные 3D модель детали и данные полученной на предыдущем этапе технологической документации, управляющую программу можно разработать в приложении CNC «Компас-3D». Данное приложение является системой автоматизированного программирования (САП) и поддерживает несколько постпроцессоров, в том числе, ИСО, с которым может работать большинство устройств ЧПУ [2].

В написании программы нет необходимости определять координаты опорных точек, достаточно выделить необходимые поверхности, установить на них припуск и подобрать режущий инструмент. После написания программы имеется возможность ее визуализации и верификации. Запускается симуляция обработки на станке, где отображается сам инструмент, его траектория, припуск на заготовке и информация об ошибках.

Алгоритм разработки технологической документации

От метода разработки технологической документации зависит трудоемкость данного процесса. На рисунках 4 и 5 представлены алгоритмы с использованием и без использования САПР.

В первом случае для определения трудоемкости работ были использованы Укрупненные нормы времени на разработку технологической документации [3]. При проведении расчетов было определено, что общее время на разработку технологических документов для серийного производства составляет 7,99 часа.

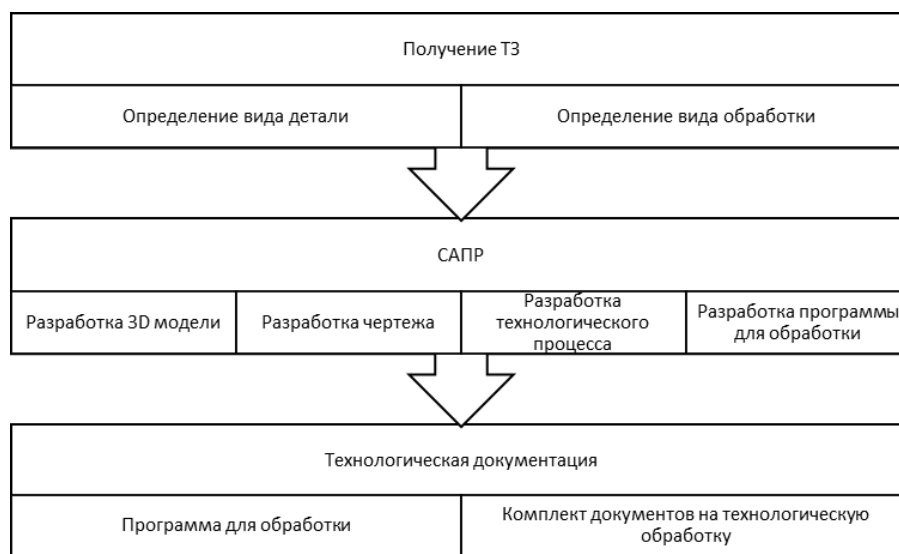


Рисунок 4 – Разработка технологической документации без использования САПР

Определение трудоемкости разработки технологических процессов с использованием САПР в настоящее время не регламентируется какими-либо документами, поэтому она была

определена опытным методом. По результатам фотохронометражных наблюдений при разработке технологического процесса для рассматриваемой детали было определено, что общее время на разработку технологических документов, а также 3D модель и программу обработки для ЧПУ станка, составляет 3,8 часа.

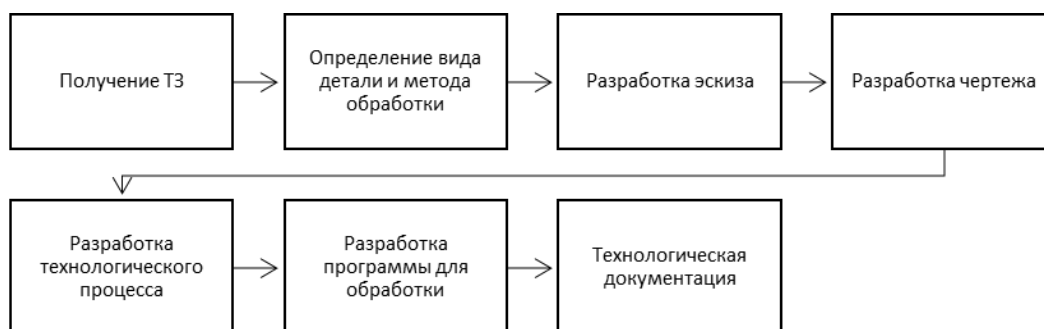


Рисунок 5 – Разработка технологической документации с использованием САПР

Таким образом, мы видим, что использование программ САПР позволяет сократить трудоемкость (в рассмотренном примере почти в 2 раза), а также получить такие дополнительные данные, как: 3D модель и управляющую программу обработки для станка с ЧПУ. В дальнейшем данный вид проектирования позволит при сокращении человеко-часов во много раз увеличить скорость проектирование и производства более совершенных и трудных узлов и агрегатов.

Библиографический список

1. ВЕРТИКАЛЬ [Электронный ресурс] — URL: <https://ascon.ru/products/420/review/> (дата обращения: 16.04.2021).
2. Модуль ЧПУ. Токарная обработка [Электронный ресурс] — URL: <https://kompas.ru/kompas-3d/application/machinery/module-chpu/> (дата обращения: 18.04.2021).
3. Укрупненные нормы времени на разработку технологической документации [Текст] : Утв. Постановлением Минтруда РФ N 86 от 21.04.1993 г. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90934/ (дата обращения: 20.04.2021).

© Прошкин К. В., Богоявленский А. А., 2021

УДК 621.9.011

ВЛИЯНИЕ ЖЁСТКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ. ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА

А. Д. Селезнёв

Научный руководитель – Е. С. Коккарева

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Петровский колледж»

Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Балтийская, д. 35 лит. А

E-mail: alexandr.selezneow@yandex.ru

Существенное влияние на точность формируемых поверхностей оказывает геометрическая точность технологической системы резания и податливость её элементов под воздействием сил резания. Для обеспечения заданных параметров изделия необходим строгий учёт возникающих в процессе обработки погрешностей. В статье представлена возможность автоматизированного расчета деформаций.

Ключевые слова: погрешность, жёсткость, деформации, САПР, автоматизация.

THE INFLUENCE OF THE RIGIDITY OF THE TECHNOLOGICAL SYSTEM ON THE PROCESSING ACCURACY AND SURFACE QUALITY. TURNING OPERATIONS

A. D. Seleznev

Scientific supervisor – E. S. Kokkareva

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"

Russian Federation, 198095, St. Petersburg, Baltiyskaya str., 35 lit. A

E-mail: alexandr.selezneow@yandex.ru

The geometric accuracy of the technological cutting system and the flexibility of its elements under the influence of cutting forces have a significant impact on the accuracy of the formed surfaces. To ensure the specified parameters of the product, strict accounting of errors arising in the processing process is necessary. The article presents the possibility of automated calculation of deformations.

Keywords: error rate, rigidity, deformations, CAD, automation.

Существенное влияние на точность формируемых поверхностей оказывает геометрическая точность технологической системы резания и податливость её элементов под воздействием сил резания. Для обеспечения заданных конструктором параметров изделия необходим строгий учёт возникающих и изменяющихся в процессе обработки погрешностей.

Целью данной работы является построение алгоритма прогнозирования погрешностей связанных с упругими деформациями технологической системы с использованием системы автоматизированного проектирования (САПР). Для этого был составлен технологический процесс обработки детали, определены силы резания для чистовой обработки и произведен автоматизированный расчет деформаций инструмента и заготовки. Жесткость станка была определена производственным методом. Результаты расчета были учтены в технологическом процессе и при наладке станка. Изготовление детали и контроль ее размеров подтвердили правильность выполнения расчетов. На настоящий момент не удалось найти исследований на тему применений продуктов компании Аскон для расчёта жёсткости технологических систем, что подтверждает научную новизну данного исследования.

Рассмотрим порядок определения сил резания для составления схемы нагружения элементов технологической системы. Обрабатываемый материал сопротивляется срезанию металла, и на резец действует сила сопротивления резанию R . Эта сила складывается из силы

сопротивления металла разрыву в момент скалывания, силы сопротивления стружки завиванию и силы трения на рабочих поверхностях резца. Сила сопротивления резанию направлена перпендикулярно передней поверхности резца, но положение её в пространстве неопределенно, так как на резец влияют различные факторы.

Для изучения и измерения силы сопротивления резанию принято рассматривать не саму силу сопротивления, а её проекции на три выбранные оси: ось X , совпадающую с осью заготовки, ось Y , перпендикулярную к оси X , и ось Z , располагающуюся вертикально так, как показано на рисунке 1.

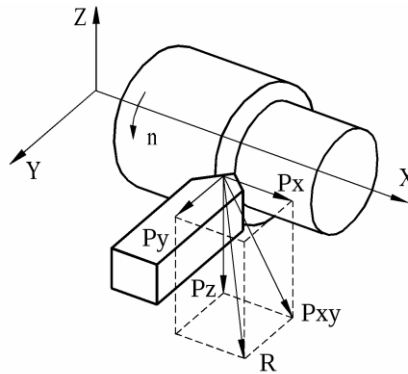


Рисунок 1 – Направление осей и сил резания

Можно считать, что сила сопротивления резанию является диагональю параллелепипеда, а её составляющие – его гранями.

Вертикальная составляющая, или сила резания, P_z направлена вертикально вниз, т. е. лежит в плоскости резания. Сила резания P_z стремится согнуть, сломать резец, поэтому расчет резца на прочность производят с использованием этой силы. Заготовка также претерпевает деформацию изгиба.

Горизонтальная составляющая – сила подачи P_x направлена вдоль оси в сторону, противоположную направлению подачи, она препятствует движению резца и пытается изогнуть его. Заготовка испытывает деформацию сжатия. По этой силе рассчитывают механизм подачи станка.

Вторая горизонтальная составляющая, или радиальная сила, P_y направлена перпендикулярно оси резца, отжимает его от заготовки и воспринимается болтами резцедержателя. Вид деформации заготовки – изгиб.

Сила резания зависит от режимов резания, механических свойств обрабатываемого материала, прежде всего от прочности, твердости, площади поперечного сечения резца и углов заточки. Так же сила зависит от материала режущей части резца. [1]

Возникающие при резании металла нагрузки воспринимаются инструментом и приспособлением для её установки и крепления. Возникающие нагрузки передаются через приспособления на узлы и механизмы станка. Образуется замкнутая технологическая система: станок – приспособление – инструмент – заготовка.

В процессе обработки сила резания не остается постоянной. Под действием изменяющихся сил резания элементы технологической системы деформируются, изменяя тем самым условия резания, трения и работы привода станка и вызывая погрешность обработки. [2]

Жёсткость является одним из основных критериев работоспособности станка и точности обработки.

Радиальная и осевая жесткость шпиндельного узла оценивается деформацией конца шпинделя под действием силы резания. Жесткость шпиндельного узла может быть получена из баланса жесткости станка, где доля ее составляет 50% и более.

Приблизительно жесткость может быть вычислена по формуле:

$$j = 53 \cdot \frac{D^4 - d_i^4}{l^3},$$

где: D - средний диаметр шпинделя между опорами в мм; d_i - средний диаметр отверстия в шпинделе в мм; l - расстояние между опорами (по средним сечениям подшипников) в мм. [3]

При определении сил резания полагают, что точка приложения силы R расположена на рабочей части главной режущей кромки инструмента. Ввиду неоднородности структуры и поверхностной твёрдости материала, непостоянства глубины резания (наличие штамповочных и литейных уклонов и др.), изменения углов γ и α в процессе резания необходимо учитывать, что абсолютная величина, точка приложения и направление равнодействующей силы в процессе обработки непостоянны. Для расчётов составляющие силы резания, действующие по трём взаимно перпендикулярным направлениям – координатным осям металлорежущего станка [4].

Расчет жёсткости технологической системы со всеми указанными параметрами и подбор оптимальных параметров является сложной, трудоемкой задачей, который чрезвычайно трудно производить вручную. Поэтому все большее распространение получают системы автоматизированного проектирования. Системы САПР позволяют решать самые разные задачи, и применяются в самых разных отраслях.

До недавнего времени расчёт деформаций производился по формулам. На такой расчёт уходило большое количество времени, и при этом он не являлся наглядным, а результат не всегда мог быть точным, так как человеческий фактор мог оказывать большое влияние. Для расчёта требуются знания по сопромату и такой расчёт проводится специалистом с высшим образованием, а именно инженером-технологом. В связи с чем могли возникать дополнительные финансовые затраты, а также необходимость дополнительных перерасчётов из-за изменения каких-либо параметров. Именно поэтому возникла необходимость в создании способа, облегчающего труд, ведущего к сокращению времени расчётов и существенному повышению их точности.

Рассмотрим способ автоматизированного расчёта деформаций, выполненный в приложении АРМ FEM для программы «КОМПАС-3D» от компании Аскон. Данный расчёт может производиться специалистом со средним образованием, таким как техник-технолог, что потребует меньше финансовых затрат, а результат может быть получен в кратчайшие сроки и с высоким уровнем точности. Произведём расчёт деформации детали, выявим оптимальные условия обработки с минимальными деформациями во время токарной обработки, а затем проведём чистовую обработку детали на токарно-винторезном станке и произведём измерения.

Перед началом расчёта необходимо узнать величину силы резания R_z . Сила резания не рассчитывается автоматически, а считается технологом и зависит она от выбранного оборудования, режимов резания и поверхности, которую необходимо обработать. В нашем случае данные для расчёта были взяты из паспорта станка 16Б16П, на котором будет производиться обработка, а также из справочника технолога-машиностроителя.

Создаём 3D модель нужной нам детали, увеличив диаметральные размеры на глубину резания. В нашем случае глубина резания равна 0,5 мм.

Из библиотек программы выбираем резец, которым будет производиться обработка и выделяем на нём поверхность равную глубине резания. При помощи функции вырезания создаем на одной из ступеней вала (которая будет подвержена обработке) углубление, имитирующее точение поверхности на установленную глубину.

Придаём закрепление заготовке. Согласно требованиям техники безопасности по закреплению заготовки, а также требованиями по жесткости, в нашем случае заготовку необходимо закрепить с двух торцов – трёхкулачковым самоцентрирующим патроном с одной стороны и задним центром с другой, лишая заготовку возможности перемещаться по всем трём осям.

Добавляем удельную силу по площади. Вставляем значение, полученное при расчёте силы резания P_z так, чтобы сила была направлена перпендикулярно вверх, относительно углубления, оставленного резцом.

Генерируем сетку конечно-элементного анализа. Получаем результаты разбиения.

Производим статический расчёт. Выводим результаты на экран и получаем наглядное изображение перемещения детали.

Повторяем все те же действия для расчёта деформации резца.

Выводим все полученные результаты в единый отчёт. В нём содержится информация о материале, креплениях, нагрузках, инерционные характеристики и сведения о суммарных линейных перемещениях.

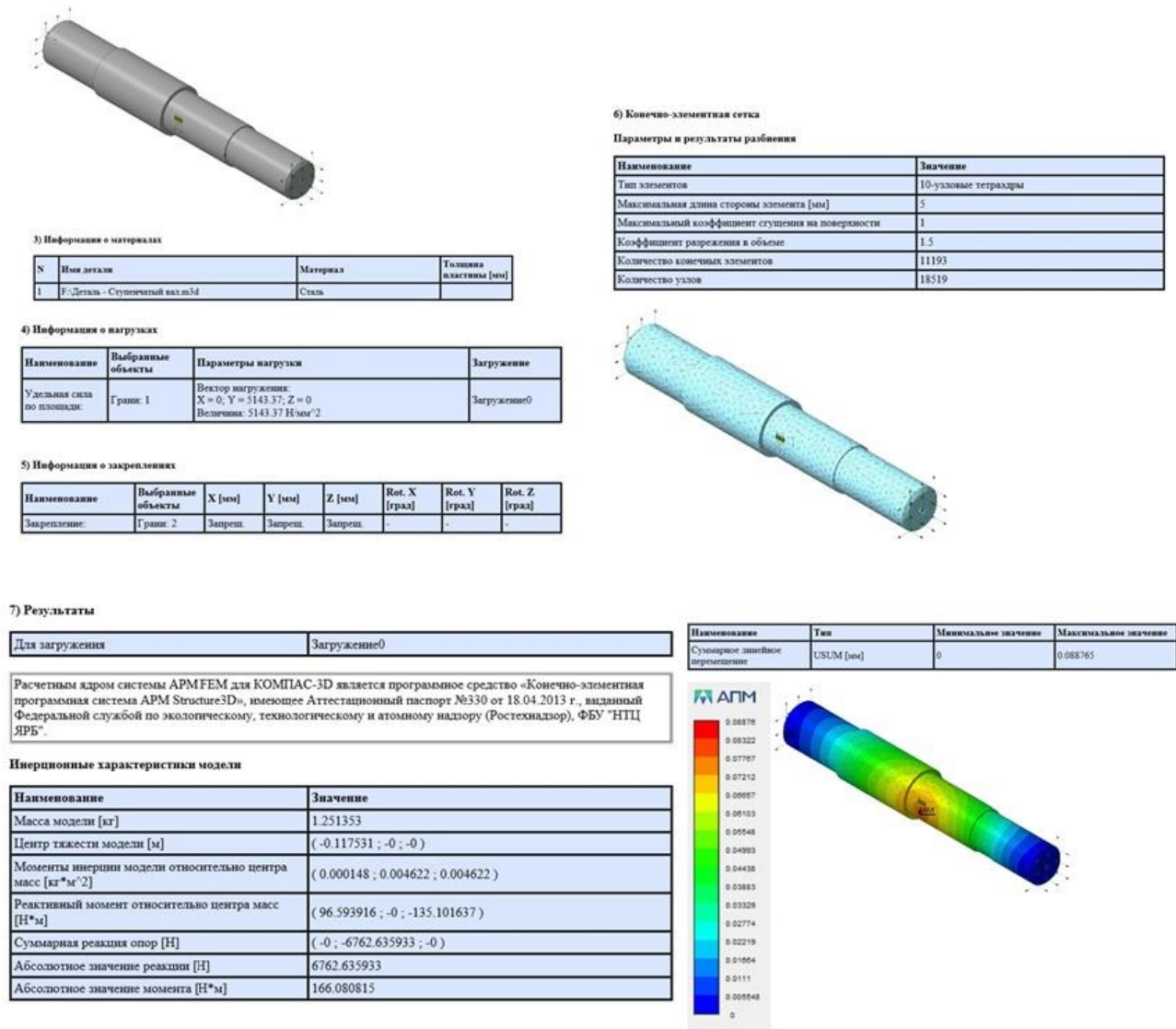


Рисунок 2 – Результаты расчётов

Определение жесткости технологического оборудования автоматизированным методом является более сложной задачей, так как требует построения модели станка, поэтому в данном случае был применен производственный метод, который наиболее удобен на этапе внедрения технологических процессов. Производственный метод определения коэффициента жесткости металлорежущих станков основан на принципе обработки заготовок с неравномерным припуском. Неравномерный припуск при обработке может быть получен за счёт эксцентриситета заготовки, её конусообразности или ступенчатости.

После получения результатов расчета погрешностей проверяем их на соответствие технических требований, предъявляемых к детали. При необходимости, возможно,

скорректировать расчёты, уменьшить перемещения, увеличив жёсткость системы, если они не соответствуют требованиям.

В нашем случае полученные результаты нас полностью устраивают, и мы можем переходить к изготовлению детали. Для этого создаём рабочий чертёж, выбираем заготовку и её размеры в соответствии с ГОСТ 2590-2006. Затем изготавливаем деталь.



Рисунок 3 – Готовая деталь

Прогнозирование погрешностей, связанных с упругими деформациями технологической системы дает возможность управлять точностью токарной обработки на этапе технологической подготовки производства. Также данные расчетов могут быть использованы для коррекции траектории движения режущего инструмента и разработки управляющих программ ЧПУ. Применение автоматизированных расчетов значительно облегчает работу технолога и позволяет построить зависимости погрешности от таких факторов как вылет резца, геометрия режущей кромки, глубина резания и способ закрепления заготовки.

В дальнейшем планируется продолжить тему исследования с разработкой методики расчёта технологической системы на прочность и жёсткость с использованием САПР.

Библиографический список

1. Багдасарова, Т. А. Токарь-универсал: учеб. пособие для нач. проф. образования / Т. А. Багдасарова. – 3-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 288 с.
2. Чугринов, А. А. Шпиндельные узлы металлорежущих станков: Учебное пособие / А. А. Чугринов; ред. Н.Р. Варгасов. – Северодвинск: РИО Севмашвтуза, 1998. – 84 с.
3. Фещенко, В. Н. Токарная обработка: Учеб. для ПТУ / В. Н. Фещенко, Р. Х. Махмутов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 303 с.: ил.
4. Влияние остаточных напряжений на точность изготовления детали // MSD.com.ua: Мастерская своего дела. – URL: <https://msd.com.ua/osnovy-texnologii-mashinostroeniya/vliyanie-ostatochnyx-napryazhenij-na-tochnost-izgotovleniya-detali> (дата обращения: 28.03.2021)

© Селезнев А. Д., 2021

УДК 681.2.083

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

М. В. Богучарский

Научный руководитель – Г. В. Шампарова

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Петровский колледж»

Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, улица Балтийская, дом 35, литер А

E-mail: mihailboguchars@gmail.com

Неразрушающий контроль основан на получении информации о качестве проверяемых материалов и изделий при взаимодействии их с веществами или физическими полями в виде электрических световых, звуковых или иных сигналов. Современные методы НК в соответствии с ГОСТ 18353-79 подразделяются на девять основных видов: радиационный, акустический, магнитный, вихретоковый, электрический, радиоволновой, тепловой, оптический, а также проникающими веществами (молекулярный).

Ключевые слова: 3D технология, рентгенография, неразрушающий контроль

APPLICATION OF 3D TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE QUALITY OF NON- DESTRUCTIVE TESTING

M. V. Bogucharsky

Scientific supervisor – G. V. Champarova

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"

Russian Federation, 198095, St. Petersburg, Baltiyskaya Street, 35, letter A,

E-mail: mihailboguchars@gmail.com

Non-destructive testing is based on obtaining information about the quality of the materials and products being tested when they interact with substances or physical fields in the form of electrical light, sound or other signals. Modern NC methods in accordance with GOST 18353-79 are divided into nine main types: radiation, acoustic, magnetic, eddy current, electric, radio wave, thermal, optical, as well as penetrating substances (molecular).

Keywords: 3D technology, radiography, non-destructive testing

Неразрушающий контроль несет за собой несколько проблем. Одной из главных является человеческий фактор, так как появляются неточности. Для решения данной проблемы необходима автоматизация процесса контроля.

В данной работе будет рассмотрен процесс работы НК (Рентгенографический контроль) за счет применения 3D технологий.

Рентгеновский контроль основан на поглощении рентгеновских лучей, которое зависит от плотности среды и атомного номера элементов, образующих материал среды. Наличие таких дефектов, как трещины, раковины или включения инородного материала, приводит к тому, что проходящие через материал лучи ослабляются в различной степени. Регистрируя распределение интенсивности проходящих лучей, можно определить наличие и расположение различных неоднородностей материала [1].

Преимущества 3D технологий

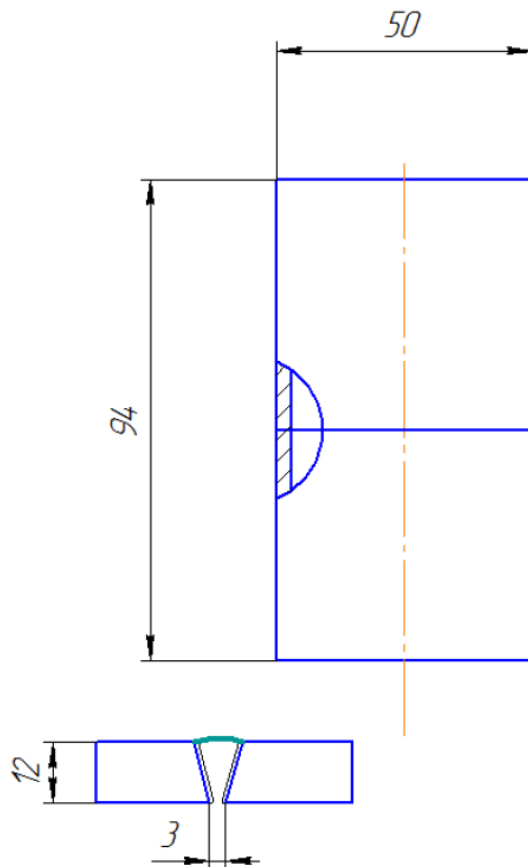
При проведении рентгенографического контроля обязательным является использование рентгеновской пленки. Плёнка, в свою очередь может не точно отобразить дефекты металла из-за неосторожности персонала.

Для устранения таких проблем можно использовать детектор для РГГ, который может вывести изображение детали на экран рентгеновской установки.

Детектор и пленка позволяют посмотреть деталь только с определённого ракурса в 2-ух мерном формате, что вынуждает делать несколько снимков, занимая больше времени. Данную проблему можно решить, применив 3D технологии, это даст осмотреть зону контроль со всех сторон для более точного определения дефектности этого шва.

1 этап

За объект контроля принимаем корпус судовой арматуры, для проведения РГГ необходим эскиз детали и технологическая карта, по которым будут определены параметры просвечивания.



1. Сварные швы выполнять по ОСТ.В5Р.95118-2001
2. Не указанные отклонения Н14 h14

Рисунок 1- Эскиз корпуса арматуры

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ № 1

Объект контроля	Корпус ИТШЛ.724131.011.сб; Ø50; S=12;
Нормативный документ	ОСТ В5Р.95118-2001 (II кат.)
Методика контроля	ГОСТ 7512-82
Средства контроля	
Рентгеновский аппарат	РУСЛАН - 320 НР11
Размер фокусного пятна, мм	1,0
Тип и номер эталона чувствительности	Канавочный, №2
Тип радиографической пленки	D4
Толщина усиливающих экранов	0,027
Параметры контроля	
Режим просвечивания, кВ; mA; мин	150x8x10'
Толщина для оценки качества (Sn), мм	10
Радиационная толщина, мм	10
Требуемая чувствительность контроля (K), мм	0,4
Расстояние от источника излучения до близлежащей поверхности контролируемого сварного соединения (f), мм	750
Число контролируемых участков (N), шт.	8
Длина контролируемого участка, мм	100
Размер кассет, мм	150x100

Рисунок 2- Технологическая карта

На технологической карте помечена схема контроля для корпуса, предоставленного на рисунке 1, также приведены параметры контроля и тип пленки [2].

2 этап

При просвечивании на рентгеновском аппарате необходимо использовать радиационную пленку придерживаясь схемы контроля указанной в технологической карте.

Схема контроля:

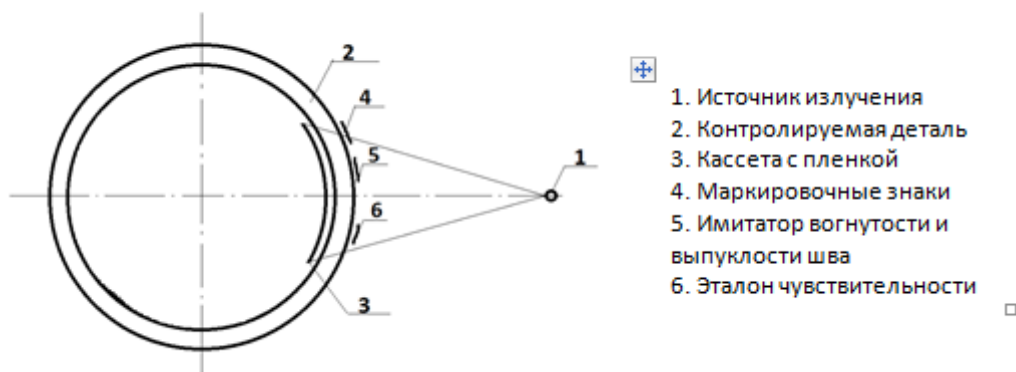


Рисунок 3 – Схема контроля

В дальнейшем пленка должна пройти проявку и только потом рабочий приступает к оцениванию детали.

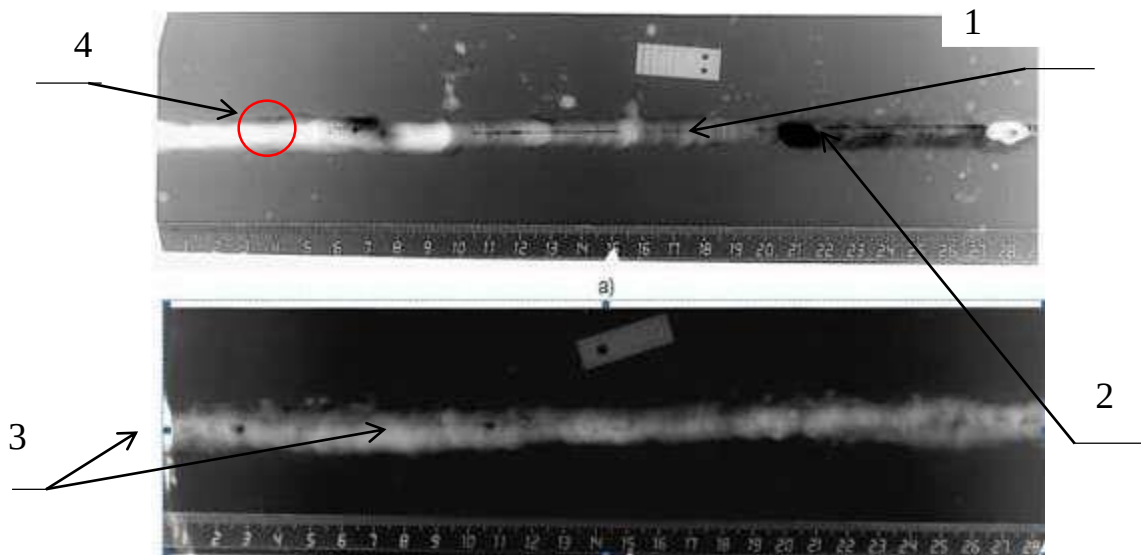


Рисунок 4 - Пример пленки РГГ

При оценке руководствуются ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Радиографический метод»

На примере проявленной пленки (Рисунок 4) видны несколько дефектов:

- 1 - Свищ
- 2 - Непровар корня шва
- 3 - Одиночные включения

Однако на пленке присутствуют и ложные дефекты, полученные вследствие неосторожности обслуживающего персонала, они обозначены цифрой 4 на представленном примере пленки [3].

3 этап

Чтобы избежать таких проблем с пленкой применяется детектор, который выводит изображение детали на экран.

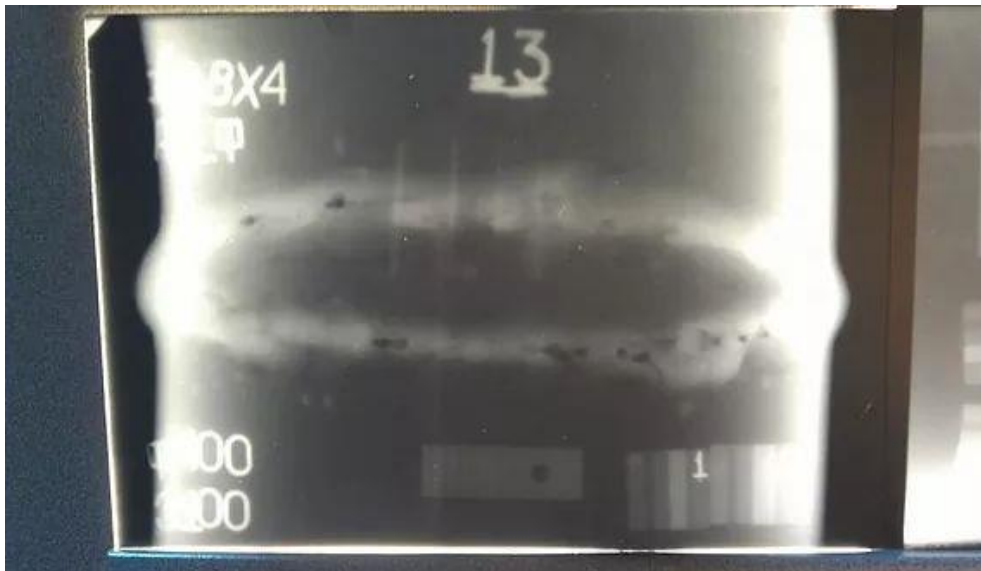


Рисунок 5 - Экран детектора

Детектор просвечивает деталь через все стенки, что дает уйти от стандартной схемы просвечивания и решает проблемы с пленкой. Также этот способ позволяет рассчитать длину раскрытия дефекта, не прибегая к средствам измерений, в электронном формате.

При применении такого способа точность контроля намного выше, чем при применении способа проецирования на плёнку. Так же данный способ помогает не делать несколько снимков, просмотр детали доступен с нескольких сторон, что в свою очередь несет меньшую нагрузку в сравнении с пленочным способом.

Таким образом, за счет применения 3D технологий, решаются две основные проблемы рентгенографического контроля. За счет ухода от пленочного метода, применение РГГ становится дешевле, также повышается качество контроля.

Библиографический список

1. ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Радиографический контроль» <https://docs.cntd.ru/document/1200001358> (Дата обращения 05.05.2021)
2. ГОСТ Р 56001-2014 «Арматура трубопроводная для объектов газовой промышленности» <https://docs.cntd.ru/document/1200111797> (Дата обращения 30.04.2021)
3. Овчинников В.В. Производство сварных конструкций. Сварные соединения с полимерными прослойками и покрытиями./ В.В. Большаков, В.И. Рязанцев, М.А. Гуреева

© Богучарский М. В., 2021

УДК 681.5.01

РАЗВИТИЕ 3D ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

В. В. Гремитских^а, Н. Ю. Гричановская^б

Научный руководитель – Г. В. Шампарова

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Петровский колледж»

Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Балтийская, д. 35 лит. А

^аE-mail: gremitskih_veronikavladimirovna@mail.ru

^бE-mail: grich.nelli@gmail.com

Для машиностроения, как одной из отраслей экономики, очень важны разработки нового оборудования и применение передовых решений. Развиваясь, они обеспечивают все большую эффективность, позволяя предприятиям сократить и упростить технологический процесс и оптимизировать расходы на производство.

Ключевые слова: 3D-печать, 3D-сканирование, 3D-оборудование, история, развитие.

DEVELOPMENT OF 3D TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF MECHANICAL ENGINEERING

V. V. Gremitikh, N. Yu. Grichanovskaya

Scientific supervisor-G. V. Champarova

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"

Russian Federation, 198095, St. Petersburg, Baltiyskaya str., 35 lit. A

^аE-mail: gremitskih_veronikavladimirovna@mail.ru

^бE-mail: grich.nelli@gmail.com

For mechanical engineering, as one of the key sectors of the Russian economy, it is very important to develop new equipment and use advanced solutions. As they evolve, they provide more and more efficiency, allowing enterprises to reduce and simplify the technological process and optimize production costs.

Keywords: 3D printing, 3D scanning, 3D equipment, history, development

3D технологии в машиностроении очень актуальны в наше время, так как упрощают производство различных изделий и сокращают время.

Для машиностроения, как одной из главных отраслей, очень важны разработки различного оборудования и применение передовых решений. Развиваясь, они обеспечивают наибольшую результативность, что позволяет предприятиям сжать и упростить технологический процесс, а также оптимизировать расходы в фирмах.

В данной работе мы рассмотрим 3D-печать, 3D-сканирование и 3D-оборудование в области машиностроения [1].

3D-печать

3D печать возникла 40 лет назад и дала отличные возможности для изготовления разнообразных моделей.

Хидео Кодама изобрёл устройство, которое с УФ-засветкой послойно развивало жесткий объект из фотополимерной смолы. В 1983 году трое инженеров - Аллен Ле Мехо, Оливье де Витт и Жан-Клод Андрэ пришли к идее применения лазера и мономера, который под влиянием лазера перевоплощался в полимер. Еще один способ 3D-печати - селективное лазерное спекание SLS, при нем лазер применяется для обращения сыпучего порошка в твердый материал. Разработкой занимался Карл Декард. В 1988 году был придуман более легкий и менее затратный способ 3D-печати - FDM, его автор-Скотт Крамп. Используя клеевой

пистолет, он расплавил пластик и разлил его по слоям. Так появилась идея технологии послойного наплавления пластикой нити. Первые основываемые 3D Systems и Stratasys агрегаты были очень большими и дорогостоящими. В 2005 году возник проект RepRap—самовоспроизводящийся механизм для быстрого создания прототипов.

За последние годы 3D-печать стала более доступна: цены на принтеры в разы понизились, а их применение стало намного проще. Фотополимерные 3D-принтеры печатают детализированные модели с большой точностью и разрешением.

3D-печать уменьшает роль человеческого фактора, что позволяет изготавливать изделия с наибольшей точностью и высоким качеством.

Также она формирует возможности по управлению физико-механическими свойствами различных компонентов и систем с помощью смешивания расходных материалов.

Задачи, которые решает 3D-печать:

1. Функциональное тестирование и прототипирование;
2. Производство прототипов для работы с конструкциями моделей;
3. Производство технологических экспериментов;
4. Испытание изделий на эргономичность;
5. Производство мастер-моделей для литья;
6. Быстрое создание оснастки;
7. Создание формообразующих элементов пресс-форм для литья термопластов и легких материалов.
8. Производство функциональных деталей для различных агрегатов и узлов.
9. Формирование сложных конструкций, которые раньше собирались из многочисленных элементов [2].

3D-сканирование

В конце 20-го века возникло 3D-сканирование. В 1960 году возникло первое устройство, которое позволило выполнить оцифровку поверхностей трехмерных объектов. Оно было отлично узкими возможностями и требовало больших усилий для получения приемлемого результата.

После 1985 года случились большие видоизменения в сфере сканирующих устройств. На них стали ставиться лазеры и источники белого света для наилучшего захвата объекта. Примерно в то же время возникли контактные датчики. Они позволяли работать с твердыми предметами несложной формы. Данный способ был медленным и не очень эффективным. Поэтому вскоре разработчики сосредоточились на новых методах сканирования. Среди них развитие получили три направления:

- Точечный;
- Захват определенной зоны поверхности объекта;
- Полосной.

Современные устройства стали намного точнее и мобильнее. В данный период времени существуют два базовых типа 3D-сканеров:

Контактные. Они подразумевают физическое взаимодействие специального щупа с поверхностью объекта. Такое оборудование применяется для различных предметов с легкой геометрией. А работа с объектами, имеющими большую детализацию, будет долговременной и будет иметь посредственный результат;

Бесконтактные. Такие устройства сканируют предметы с помощью лазерного, рентгеновского или другого излучения, а также ультразвука. Некоторые модели применяют для этого естественное освещение.

3D-сканеры сейчас используются во многих сферах промышленности. Одной из важнейших задач, решаемых ими, является реверс-инжиниринг. Он позволяет получать точную цифровую копию готового изделия для сравнения его с компьютерными чертежами.

Задачи, решаемые при помощи 3D-сканеров и специализированного ПО:

1. Обратное проектирование (реверс-инжиниринг). Получение готовых чертежей;
2. Метрологический контроль изделий в процессе изготовления, анализ износа;

3. Контроль геометрии, деформации и различных повреждений изделий;
4. Контроль качества;
5. Цифровая архивация.

3D-оборудование при работе показало свою результативность и возможности по производству более качественных и менее затратных изделий.

С помощью 3D-оборудования уменьшается стоимость продукции, ее параметры становятся лучше, а также повышаются возможности и характеристики различных изделий [3].

Благодаря нашей работе мы рассмотрели различные виды 3D-технологий в области машиностроения, их развитие и историю возникновения. 3D-технологии в наше время пользуются большой популярностью, ведь они упрощают изготовление различных изделий и укорачивают время

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57558-2017 - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146332> (Дата обращения 20.04.2021)
2. ГОСТ Р 57586-2017 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200146484> (Дата обращения 18.04.2021)
3. ГОСТ 26828-86 – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000259> Дата обращения 16.04.2021)

© Гремитских В. В., Гричановская Н. Ю., 2021

УДК 658.562.3

СИТУАЦИОННЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ – ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВА

М. В. Лавров

Научный руководитель – Г. В. Шампарова

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Петровский колледж»

Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Балтийская, д. 35 лит. А

E-mail: matvei.lavrov20222@gmail.com

Для снижения количества последствий опасных событий и достижения поставленных целей организации все чаще применяют процессы менеджмента риска и внедряют интегрированный подход к менеджменту риска, направленный на расширение и улучшение перспектив организации. В докладе подробно описывается один из методов управления рисками на примере конкретной ситуации на предприятии

Ключевые слова: менеджмент риска, метод FMEA, качество

SITUATIONAL APPROACH TO RISK-OPPORTUNITY MANAGEMENT IN QUALITY ASSURANCE

M. V. Lavrov

Scientific supervisor – G. V. Champarova

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"

Russian Federation, 198095, St. Petersburg, Baltiyskaya str., 35 lit. But

E-mail: matvei.lavrov20222@gmail.com

To reduce the number of consequences of dangerous events and achieve their goals, organizations are increasingly using risk management processes and implementing an integrated approach to risk management aimed at expanding and improving the organization's prospects. The report describes in detail one of the methods of risk management on the example of a specific situation in the enterprise

Keywords: risk management, FMEA method, quality

Основным методом устранения текущих и предупреждения возможных несоответствий в производственной деятельности является применение риск ориентированного мышления (методов оценки рисков). В этой работе представлены преимущества использования метода FMEA при анализе видов и последствий потенциальных дефектов на примере конкретной ситуации.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ. МЕТОДОЛОГИЯ FMEA

FMEA является эффективным инструментом повышения качества разрабатываемых технических объектов. Этот метод необходим для анализа потенциальных несоответствий, их причин и последствий. Также FMEA помогает оценить риски их появления и оперативно принять меры для устранения ущерба от их появления.

Рассмотрим несоответствие на примере детали «Канал» являющейся важной частью волновода, от которой на прямую зависят результаты настройки окончательно собранной волноводно-щелевой решетки. Деталь имеет принципиально важный размер, от соблюдения параметров которого будет зависеть возможность эксплуатации всего изделия. Данный размер указан на Рисунке 1. Глубина канала в данном случае является одним из трудно определяемых показателей, от которых зависят результаты настройки изделия, любое утолщение стенок

детали или деформация могут привести к браку. Поэтому выявление причины данного несоответствия является важной задачей предприятия.

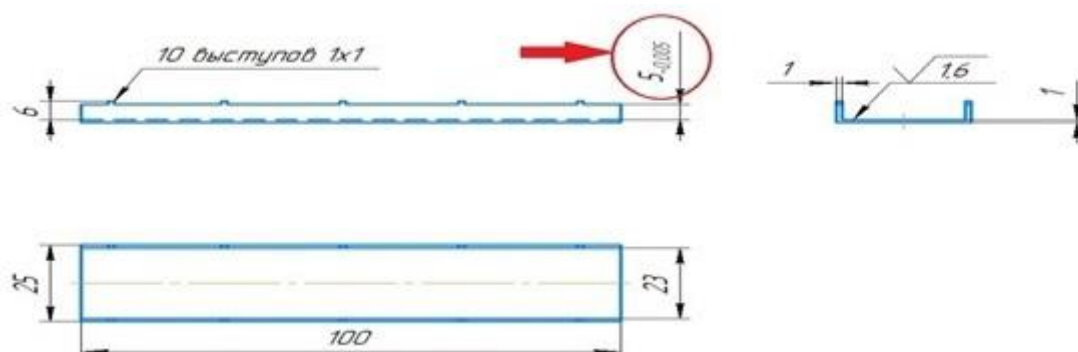


Рисунок 1 - Параметр, влияющий на настройку волноводно-щелевой решетки

При анализе статистических данных количества производимых забракованных деталей по отношению к соответствующим требованиям. По данному параметру по исследуемым партиям определено, что процент забракованных деталей очень велик, что в свою очередь может привести не только к финансовым убыткам и повышению себе стоимости продукции, но и к серьезным последствиям, в будущем связанным с несоответствиями всего изделия в целом. Данные по количеству забракованных деталей по десяти партиям, проконтролированным за определенный период представлены на рисунке 2. В данном случае все несоответствующие детали были забракованы, так как любое несоответствие по данному параметру приводит к браку всего изделия, а именно волноводно-щелевой решетки.

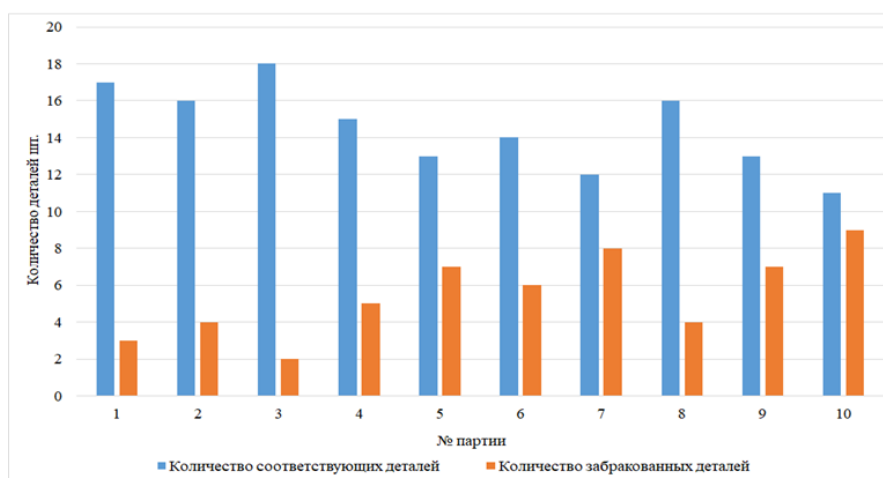


Рисунок 2 – Диаграмма по анализу результатов приемки десяти партий

Исходя из данных, изложенных выше разработаны мероприятия по предотвращению появления несоответствий. Для этого разработаны адаптированные таблицы по расчёту и определению ПРЧ. За основу взяты таблицы из ГОСТ Р 51814.2 [1]. Используются данные таблицы для определения баллов трех параметров: «S», «O», «D» использующихся, для оценки того на столько данный дефект влияет на изделие в целом.

Адаптированные данные для определения баллов значимости дефекта «S», «O», «D» указаны в ГОСТ Р 51814.2

Используя таблицы и данные конструкторской и технологической, а так же методы статистического контроля можно определить значение баллов по всем трем параметрам для дефекта детали «Канал», а именно параметра глубины канала.

Значения, определенные по все трем параметрам:

Балл S= 8 (Большое нарушение производственной линии). Может браковаться до 100 % продукции. РЛС/узел неработоспособны с потерей главной функции.

Балл O = 9 (частое возникновение дефекта)

Балл D=3 (высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля)

Расчет приоритетного числа риска по формуле (1)

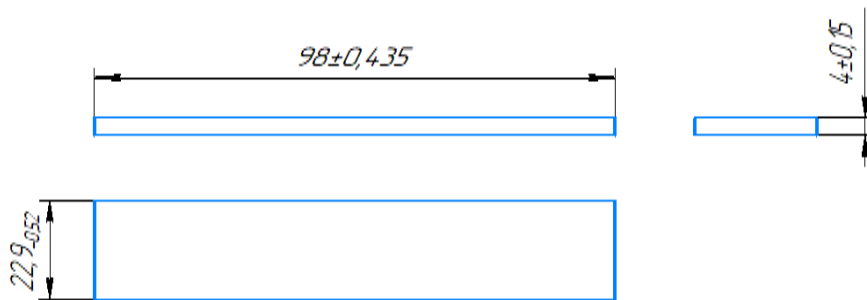
$$\text{ПЧР} = S \times O \times D, \quad (1)$$

Где: S- балл значимости дефекта; O-балл возникновения; D-балла обнаружения
 $\text{ПЧР} = 8 \times 9 \times 3 = 216$

$\text{ПЧГр} = 100$; Таким образом, $\text{ПЧР} > \text{ПЧГр}$. Это значит, что технологический процесс изготовления детали «Канал» и (или) сама конструкция данной детали нуждается в доработке и изменении, однако прежде необходимо определить причину по которой возникают несоответствия параметра глубины канала.

Технологический процесс содержит слесарную операцию, предполагающую установку и закрепление детали в тисках. В ходе расследования было выяснено, что давление губок тисков деформирует дно детали «Канал» при установке.

Для устранения причины несоответствий понадобилась разработка и изготовление дополнительной по ширине канала. Чертеж оснастки изображен на рисунке 3.



1. технические требования по ОСТ4 Г0.070.014

Рисунок 3 – Чертеж «Оснастка»

Принцип действия разработанной оснастки предполагает ее установку во внутрь детали с применения резиновых прокладок с целью защиты не только дна канала от деформации, но и внутренние поверхности детали при слесарной обработке.

После внедрения оснастки в производственный процесс количество несоответствий по данному параметру значительно снизилось, данные указаны в Диаграмме по результатам контроля партий

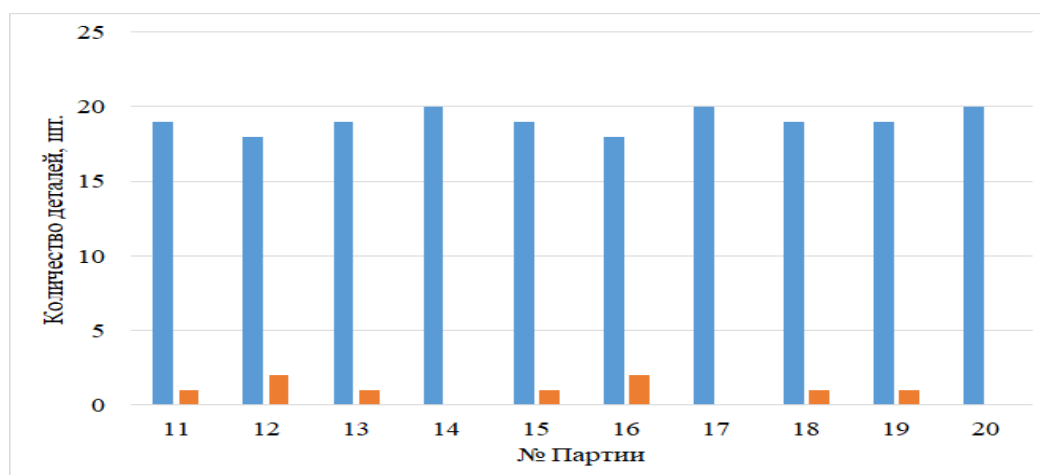


Рисунок 4 – Диаграмма приемки партий после корректирующих действий

Таким образом, становится ясно, что корректирующие действия были эффективными, однако существуют дополнительные факторы, влияющие на исследуемый параметр.

Разработка процедуры по организации управления рисками в процессе производства

Перед разработкой алгоритма по анализу несоответствий и оценке рисков, необходимо рассмотреть деятельность в виде процесса в таблице 1, который предпологаемо будет внедрен в производство, для документального оформления процедуры анализа несоответствий и оценки рисков

Таблица 1

Карта процесса “Оценка рисков для изделий” [1, 2. 3]

Обозначение процесса	Управленческий
Руководитель процесса	Руководитель группы по аудиту
Назначение процесса	Проведение оценки рисков в процессе производства
Основные виды деятельности, реализуемые в рамках процесса	Проведение анализа последствий и отказов в процессе производства. Обнаружение причин и разработка корректирующих и предупреждающих действий.
Пункты ГОСТ ISO 9001-2015	10;10.2
Документация, описывающая процесс	ГОСТ Р 51814.2-2001; ГОСТ Р ИСО 9001-2015 ;ГОСТ РВ 0015–002–2012
Участники процесса	группа специалистов по анализу несоответствий и оценке рисков , Руководство
Входы процесса	Записи о качестве; Технологическая документация; Конструкторская документация; Протоколы испытаний
Выходы процесса	Отчет о выявленных несоответствиях и рисках . Предложения по усовершенствованию технологического процесса и (или) конструкции изделия подвергаемого анализу
Критерии оценки	Выполнение мероприятий анализу несоответствий и выявлению рисков – 100% Соответствие плану анализа несоответствий и оценки рисков – 100% Результативность корректирующих действий (%)

В результате анализа был разработан алгоритм для команды специалистов по анализу несоответствий и оценке рисков разработанному на основе данных по проведению

необходимых мероприятий. Который будет описывать последовательность действий, которые приведет к решению поставленной задачи за конечное число шагов.

Таким образом, предприятия могут значительно снизить количество выявляемых несоответствий на стадии не посредственного производства продукции когда технологический процесс и конструкторская документация разработаны а продукция прошла все необходимые испытания.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51814.2-2001 «Системы качества в автомобилестроении. Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов» - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200026562> (Дата обращения 02.05.2021)
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (Дата обращения 04.05.2021)
3. ГОСТ РВ 0015-002-2012 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Система менеджмента качества. Общие требования» - URL: <https://docs.cntd.ru/document/420105365> (Дата обращения 01.05.2021)

© Лавров М. В., 2021

УДК 658.562.3

РИСК – ОРИЕНТАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ

А. В. Минчева

Научный руководитель – Г.В. Шампарова, Е.С. Коккарева
Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Петровский колледж»
Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Балтийская, д. 35 лит.
E-mail: minanavik@mail.ru

Риск, является неотделимой частью жизни общества, которое сопровождает все сферы деятельности и направления любой организации в условиях рынка, что связано с множеством факторов, влияющих на исход принимаемых решений. Плановая и систематическая деятельность, проводимая на производственном предприятии, позволяет производимым товарам, услугам и выполняемым процессам соответствовать установленным требованиям.

Ключевые слова: риск, аддитивное производство, риск – ориентационный подход, определение контрольных точек

RISK-BASED APPROACH TO DETERMINING CONTROL POINTS IN THE ORGANIZATION OF ADDITIVE MANUFACTURING

A. V. Mincheva

Scientific supervisor – G. V. Champarova E.S. Kokkareva
St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"
Russian Federation, 198095, St. Petersburg, Baltiyskaya str., 35 lit. A
E-mail: minanavik@mail.ru

Risk is an integral part of the life of society, which accompanies all areas of activity and directions of any organization in the market, which is associated with many factors that affect the result of decisions made. The planned and systematic activities carried out in the production enterprise allow the goods, services and processes produced to meet the established requirements.

Keywords: risk, additive manufacturing, risk-based approach, defining control points

Риск, является неотделимой частью жизни общества, которое сопровождает все сферы деятельности и направления любой организации в условиях рынка, что связано с множеством факторов, влияющих на исход принимаемых решений. Однако, плановая и систематическая деятельность, проводимая на производственном предприятии, позволяет производимым товарам, услугам и выполняемым процессам соответствовать установленным требованиям [1].

Проблема управления риском очень актуальна в каждой фирме. Работа каждой компании связана с возникновением непредвиденных потерь. Непосредственно по этой причине компании важно предусмотреть изменение условий также обстоятельств, способных оказать существенное влияние на ее функционирование и определить меры для обеспечения стабильного уровня качества выпускаемой продукции.

Выбор темы данной работы обусловлен тем, что риск естественным образом связан с производством товаров и услуг, со всем их жизненным циклом. То есть, необходим и особое управление риском, или специфическая концепция управления, что содержит в себе движения принятия также исполнение управленческих решений, нацеленных в сокращение вероятности

возникновения неблагоприятного итога также вероятностных издержек. Риск сопряжен с управлением, также непосредственно находится в зависимости с производительностью, обоснованности также оперативности управленческих решений.

Риски возможно и необходимо регулировать, в таком случае можно применять конкретные мероприятия, позволять предельно давать прогноз наступления рискованного действия, также применять соответственные мероприятия по уменьшению вероятности риска [2]. Главным и неперемнным критерием нормальной дееспособности современного предприятия является умение высшего руководства, опираясь на строго научную основу прогнозировать, проводить профилактику, рационально контролировать и эффективно управлять рисками.

Значимость темы состоит в том, что аддитивное производство в настоящий период быстроразвивающаяся отрасль промышленности. Биржа аддитивных технологий содержит в себе реализацию конструкций 3D - изделий, производство изделий на заказ либо с целью личных потребностей, гарантийное обслуживания конструкций, разработка ПО.

Развитие аддитивного производства стало возможным благодаря успехам и прогрессу в следующих связанных с ним областях – химии и физике полимеров, металлургии и металловедении, нанотехнологиях, компьютерному моделированию, лазерной технике. В 1990-х годах началось применение аддитивных технологий с целью изготовления продуктов из металла [3].

Скачок роста аддитивных технологий приходится на 2009 год, когда вышел срок действия патента на способ изготовления изделия методом послойной наплавки полимерных нитей. Благодаря этому событию произошло масштабное снижение цен на системы 3D печати, что привело к появлению значительного количества «бытовых и офисных» 3D принтеров. На сегодняшний день аддитивные технологии демонстрируют годовой рост в 26% и, как предполагается, находятся на пике завышенных ожиданий, характерном для любой новой перспективной технологии [4].

В целях установления сути и нахождения риск-ориентированного подхода к объединению учета обратимся к определениям риска. Определению риска уделяется большой интерес не только в специальной литературе, однако также в нормативных документах. Основной задачей риск - ориентационного подхода является способствование снижению числа рисков при изготовлении деталей и оказании услуг, но кроме того приводит к повышению результативности на производстве.

Риском возможно регулировать, то есть употребить разнообразные мероприятия, разрешающие на установленном уровне прогнозирование наступление рискованного мероприятия и принимать критерии к уменьшению уровня риска [2].

На уровень и размеры риска действительно оказывать воздействие посредством финансового менеджмента.

Комбинации к решению управленческих задач имеют шансы являться более разнообразными, по этой причине риск-менеджмент предполагает многовариантность.

Риск-менеджмент имеет свой набор правил с целью принятия решения в условиях риска:

- Невозможно рисковать более, чем позволяет личный капитал.
- Необходимо учитывать результаты риска.
- Нельзя рисковать многим из - за малого
- Положительное решение принимается только при отсутствии сомнения.
- При наличии сомнений принимается негативное заключение.
- Невозможно рассматривать лишь один вариант. Вполне вероятно, есть и иные.

Проверка рисков подразумевается в проверке полноты и правильности формирования разных комплектностей с целью управления рисками.

Контроль позволяет убедиться, в том, что все выявленные риски находятся в поле зрения управления организации, что имеет большое значение для управления ими.

Ставим цели в работе с рисками:

- Все ли риски закреплены за подразделениями – владельцами рисков.
- Определение реакции руководителей подразделений на сигналы о рисках от сотрудников

Анализ рисков контролируется с целью обеспечения объективности значений, а также степеней рисков. Проверка оценки предполагает проверку методов, установленных/разработанных для оценки тех либо других разновидностей, правильности использования способов также выполнения расчетов для получения значений рисков, кроме того точности определения уровней рисков исходя из полученных значений их величин [5].

Необходимо обеспечивать: соответствующую структуру документации, согласованность данных о рисках в первичных и сводных документах, точность оформления документации, соблюдение сроков обработки и условий хранения. Проверка ведется с использованием норм, предусмотренных учетной политикой и другими регламентами [6].

В отношении бюджетирования важно контролировать обоснованность корректирующих коэффициентов и правильность их применения при формировании бюджетных показателей. Проверка резервирования предполагает необходимость контроля предусмотренного состава организовываемых запасов, методов их формирования с целью смягчения результатов осуществления рисков, точности данных, привносимых в регистры управленческого учета.

Скрупулезная проверка должна быть организована в отношении мероприятий по влиянию на риски с целью анализа действенности мероприятий в той или иной ситуации, определения рациональности расходования ресурсов организации. Проверяется обоснованность ожидаемых показателей, целесообразность мероприятий, фактическая стоимость их практической реализации, последствия. Надо отметить, важность проработки документации для создания контроля в организации. Главное помнить, что на каждом предприятии своя специфика деятельности.

Служба внутреннего контроля рисков должна быть подвержена регулярной оценке с точки зрения эффективности. Мониторинг необходим, как в отношении операционной эффективности СВК рисков, так и в отношении организации внутренней проверки рисков [7].

Рассмотрим способ внутренней проверки рисков работы компонента в разрезе целевого, информационного, организационного и методического аспектов. Предложенная технологии внутренней проверки рисков работы компании может «встраиваться» в концепцию внутренних распорядков учреждений с поправкой на масштабы фирмы, разновидности работ, методы организации учета, характерные черты системы управления рисками и прочие условия. Главная сложность проблемы управления рисками заключается в том, что не существует каких-либо «готовых» рецептов.

В рамках применения аддитивных технологий все этапы осуществления плана от идеи до материализации составляют общую технологическую цепь. Основная цель внедрения аддитивного производства на предприятии состоит в увеличении ее экономических характеристик и производительности, а также в устранении недостатков классических методов изготовления, выражающихся в перепроизводстве и потерях, обусловленных присутствием лишних резервов, расходами времени на простой оборудования, наличием лишних длинных производственных цепочек, высокими транспортными расходами.

Библиографический список

1. Крыжановский, О. А. Анализ современных подходов к пониманию терминов «риск» и «финансовый риск» / О. А. Крыжановский, Л. К. Попова // Молодой ученый. — 2016. — № 19 (123). — С. 467–471. — URL: <https://moluch.ru/archive/123/34074/> (дата обращения: 15.04.2021).

2. Бартон, Л. Комплексный подход к риск-менеджменту: стоит ли этим заниматься / Л. Бартон, Г. Шенкир, Л. Уокер – М.: Изд. дом Вильямс, 2013 г.;
3. Зленко, М.А. Аддитивные технологии в машиностроении [Текст]: пособие для инженеров / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.
4. Wohlers Report 2018. 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry. Annual Worldwide Progress Report [Text] / compiled by I. Campbell, O. Diegel, J. Kowen and T. Wohlers. – Fort Collins: Wohlers Associates, Inc, 2017. – 344 p.
5. ГОСТ Р 51897 – 2011/Руководство ИСО 73:2009 «Менеджмент риска. Термины и определения»
6. ГОСТ Р 58771 - 2019 «Менеджмент риска. Технология оценки риска»
7. ГОСТ Р ИСО 31000 – 2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»

© Минчева А. В., 2021

ПРИМЕНЕНИЕ САПР В МАШИНОСТРОЕНИИ

В. Г. Мовсисян

Научный руководитель – Е. С. Коккарева
Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение «Петровский колледж»
Российская Федерация, 198095, г. Санкт-Петербург, улица Балтийская, дом 35, литер А
E-mail: mmvge@bk.ru

Комплексное использование САПР в машиностроении позволяет значительно повысить скорость и качество внедрения изделий в производство. На этапе разработки конструктор имеет возможность вносить изменения и выбирать из множества вариантов, руководствуясь требованиями к объекту проектирования. Расчёт зубчатых передач в модуле “КОМПАС-GEARS” значительно облегчает работу конструктора

Ключевые слова: САПР, геометрическая модель, механические передачи, КОМПАС-GEARS

APPLICATION OF CAD IN MECHANICAL ENGINEERING

V. G. Movsisyan

Scientific supervisor – E. S. Kokkareva
St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College"
35 Baltiyskaya Street, letter A, Saint Petersburg, 198095, Russian Federation
E-mail: mmvge@bk.ru

The integrated use of CAD in mechanical engineering can significantly improve the speed and quality of the introduction of products into production. At the development stage, the designer has the opportunity to make changes and choose from a variety of options, guided by the requirements for the design object. The calculation of gears in the “COMPAS-GEARS” module greatly facilitates the work of the designer.

Keywords: CAD, geometric model, mechanical gears, COMPAS-GEARS

Проектирование современных сложных и точных технических объектов невозможно без компьютерной автоматизации. Введение систем автоматизированного проектирования (САПР) увеличивает скорость и эффективность работы, а также позволяет избежать ошибок, связанных с человеческим фактором. Основными преимуществами применения САПР в работе конструктора являются:

- более быстрое выполнение чертежей (в 3 раза быстрее, чем традиционно);
- повышение точности выполнения чертежей (положение любого объекта определено с математической точностью, а для более детального просмотра его элементов любая часть чертежа может быть увеличена);
- повышение качества выполнения чертежей (качество изображения на обычном чертеже полностью зависит от мастерства конструктора) [1].

Кроме того, наличие CAD, CAE и CAM модулей позволяет вносить изменения в процесс производства от конструкторской разработки до внедрения изделия в производство за счет ассоциативности технической документации и расчетов с 3D-моделью. Сочетание САПР с системами автоматизированного управления производством и внедрением электронного документооборота позволит создать комплекс, предоставляющий возможность предоставляет возможность:

- сократить в 1,5–2 раза цикл создания изделия (от проектирования до выпуска);
- снизить материалоемкость изделия на 20–25%;
- уменьшить затраты на производство на 15–20%;
- повысить качество изделия и конкурентоспособность предприятия [2].

Использование CAD систем существенно облегчает решение разнообразных инженерных задач, к примеру, такой трудоемкой, как проектирование механических передач. Зубчатые передачи – наиболее широко применяемые механизмы в машиностроении и приборостроении, что связано с их высокой эффективностью (КПД $\approx 98\%$). Одной из проблем таких передач является сложность и высокая точность их проектирования. Это связано со следующими факторами:

- характеристики зацепления обладают определенными зависимостями, так как геометрия обусловлена построениями сложных кривых, в основе которых лежит теория эвольвентного зацепления;
- проектирование зубчатой передачи, в связи со сложностью формирования зацепления, очень трудоемко, требует внимательности, причем, вероятность ошибки остается высокой;
- зубчатая передача обладает большим количеством параметров, которые взаимосвязаны друг с другом, при изменении одного из звеньев в передаче изменяются характеристики других.
- огромное многообразие типов зубчатых передач и зацеплений: они различаются как типом зацепления, так и методом, и принципом работы, что ведет к различию их геометрии (профиль и наклон зуба в зацеплении, характеристики, имеющие разные расчетные формулы и зависимости).

При традиционном проектировании возникает ограниченность оптимального выбора и расчета, а также замены или изменения необходимого вида зубчатой передачи для использования в работе проектируемой машины. Для решения данных проблем эффективным будет использование возможностей параметризации современных САПР. Параметрическое моделирование значительно различается от обычного 2D-черчения или 3D-моделирования. В нем задействованы параметры элементов модели и могут быть установлены зависимости между ними. С помощью данного инструмента можно быстро и точно произвести анализ различных конструктивных решений и предпочесть из них очень оптимальное [3].

Рассмотрим возможности проектирования зубчатой передачи. Построить профиль шестерни такими инструментами Компас-3D, как выдавливание и вырезание выдавливанием будет достаточно сложно, ввиду эвольвентного профиля зуба. Для этих целей в Компас-3D много упростит задачу библиотека «Валы и механические передачи» приложения – «Механика».

Рассмотрим построение косозубого колеса с числом зубьев $z=55$, модулем $m=10$ и углом наклона $15^\circ 13' 21''$.

При запуске библиотеки появится панель основных параметров: вида зацепления, размеров фасок, параметров отображения модели и параметров зубьев. Выбор между построением ведущего и ведомого колеса осуществляется кнопкой сменить элемент. Для выполнения расчета параметров зубьев вызовем «Расчет» в модуле «КОМПАС-GEARS». В меню выберем геометрический расчет. Установим необходимые значения для ведущего колеса и, если требуется, – для ведомого колеса (рис. 1).

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо	
1. Число зубьев	z_1, z_2	55	90	
2. Модуль, мм	m_n	10		
3. Угол наклона зубьев на делительном цилиндре	β	15 ° 13 ' 21 "		
4. Направление линии зуба ведущего колеса	—	левое		
5. Угол профиля зуба исходного контура	α	20 ° 0 ' 0 "		
6. Коэффициент высоты головки зуба исходного контура	h_a^*	1		
7. Коэффициент радиального зазора исходного контура	c^*	0.25		
8. Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля зуба исходного контура	ρ_f^*	0.3		
9. Ширина зубчатого венца, мм	b_1, b_2	70	50	
10. Коэффициент смещения исходного контура	x_1, x_2	0	0	
11. Диаметр измерительного шарика, мм	D_1, D_2	17.463	17.463	
12. Тип зуборезного инструмента	—	червячная фреза	червячная фреза	
13. Параметры зуборезного инструмента	Число зубьев	z_{o1}, z_{o2}	9	12
	Диаметр вершин, мм	d_{ao1}, d_{ao2}	150	180
14. Ширина межвенцовый канавки для выхода инструмента (у шевронных колёс), мм	b_{t1}, b_{t2}	—	—	

Рисунок 1 – Ввод параметров зубчатого зацепления

На вкладке, при необходимости, откорректируем значения выполним расчёт. Программа не только произведет расчеты, но и укажет на наличие или отсутствие ошибок в нижней части окна (рис. 2).

Геометрический расчёт

Страница 1 | Страница 2 | Предмет расчёта

Наименование и обозначение параметра		Ведущее колесо	Ведомое колесо
Степень точности	—	7-C	7-C
Расчётный диаметр вершин зубьев, мм	d_{a1}, d_{a2}	589.999	952.726
Фактический диаметр вершин зубьев, мм	d'_{a1}, d'_{a2}	590	950

Ход расчёта

Контролируемые и измерительные параметры		
Возможность измерения постоянной хорды	Есть	Есть
Возможность измерения длины общей нормали	Есть	Нет
Возможность измерения размера по шарикам	Есть	Есть
Критерии качества зацепления		
Подрезание зубьев	Нет	Нет
Интерференция зубьев	Нет	Нет
Заострение зубьев	Нет	Нет
Коэффициент перекрытия в пределах нормы	Да	
Самопересечение контура выреза зуба	Нет	Нет

Контролируемые, измерительные критерии и критерии качества зацепления в норме

Рисунок 2 – Геометрический расчет

Получилась модель шестерни (рис. 3) с заданными модулем, диаметром, углом наклона зубьев и др. Теперь можно перейти к построению остальных элементов колеса: отверстий, шлицов, канавок и прочих элементов, предусмотренных конструкцией. Кроме внешних венцов, в зубчатых передачах используются внутренние, а также валы (вал-шестерни) со шпоночными или шлицевыми соединениями, созданными в соответствии с действующими ГОСТами, для передачи вращения. Эти элементы также могут быть созданы в библиотеке Компас-Gears.

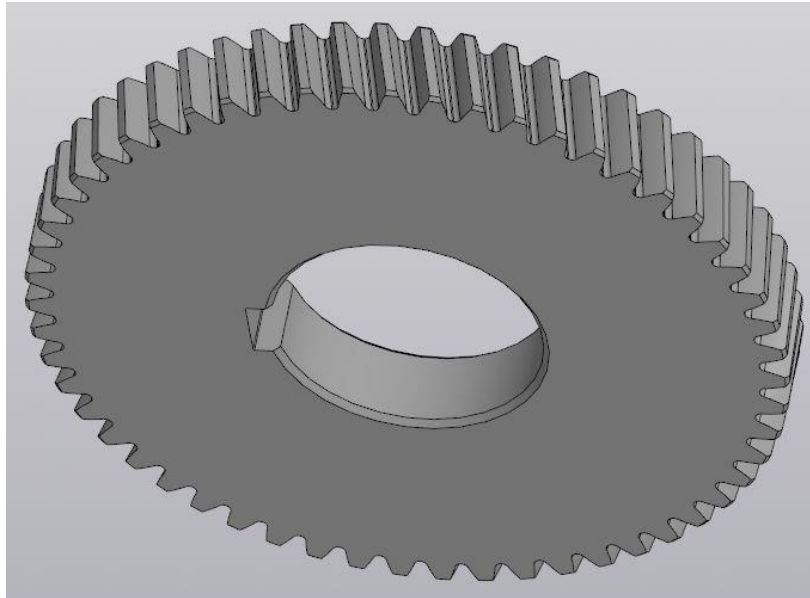


Рисунок 3 – 3D-модель шестерни

Кроме создания твердотельных моделей, данная библиотека дает возможность построить плоские чертежи, при этом, за счет ассоциативности, и из них можно создать трехмерную модель.

Чтобы создать такой чертеж необходимо после открытия файла чертежа вызвать библиотеку: **Приложения – Механика – Валы и механические передачи 2D – построение модели**. После чего, в нашем случае необходимо выбрать: **Элементы механических передач – Шестерни и зубчатые рейки – Цилиндрическая шестерня с внешними зубьями**. Для выбора параметров открывается окно с данными цилиндрической шестерни. В разделе **Тип передачи** можно изменить тип зацепления. Для введения данных для построения шестерни нажмем кнопку **Запуск расчета**.

Как и ранее выберем в появляющихся окнах **Геометрический расчет** и подходящий вариант расчета. Далее также, как и при трехмерном моделировании заполним таблицу данных геометрического расчета нашей будущей шестерни. Для продолжения расчета обязательно нужно заполнять обе колонки **Ведущего колеса** и **Ведомого колеса**, иначе вторая страница будет недоступна. Если для вас работы работы нужно создать только одно колесо, то такие данные второго колеса, как **число зубьев** и **ширина зубчатого венца** можно ввести произвольные.

Далее повторяем все действия, как и в предыдущем разделе о построении трехмерной модели шестерни. После ввода всех данных появится окно с уже введенными параметрами. В нижней части окна можно задать параметры **фаски, скругления и затыловки**.

Для завершения нажмем ОК в верхней части окна.

На данном примере мы рассмотрели конструирование и редактирование трехмерных моделей зубчатых колес (шестерен), а также создание 2D чертежа (рис. 4) по заданным характеристикам с применением встроенную библиотеку Компас-GEARS.

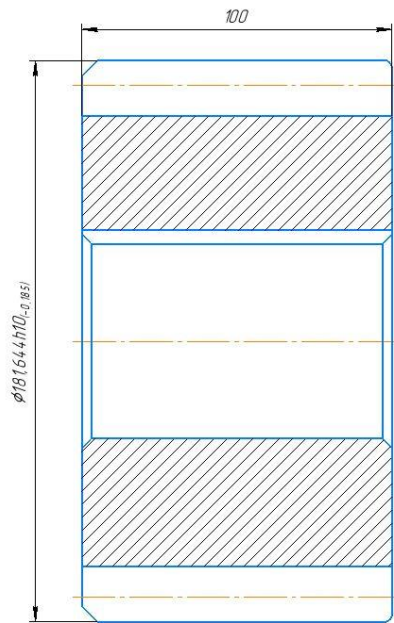


Рисунок 4 – Чертеж шестерни

Можно сделать вывод, что САПР помогает существенно уменьшить время на проектирование зубчатых колес, по сравнению с расчетом всевозможных параметров зубчатого зацепления ручным способом. Кроме того, возможно проектирование зубчатых передач на основе прочностных расчетов, а также проведение тепловых, статических и расчетов на устойчивость как для отдельной передачи, так и для машины в целом. При этом всегда имеется возможность внести изменения и выбрать оптимальный вариант без больших трудозатрат.

Библиографический список

1. Зыков А.Г., Поляков В.И. Алгоритмы конструкторского проектирования ЭВМ. / А.Г. Зыков, В.И. Поляков. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 136 с.
2. Берлинер Э. Актуальность применения САПР в машиностроении [Электронный ресурс]. URL: <https://sapr.ru/article/7837/> (Дата обращения: 12.04.2021).
3. Параметрическое, поверхностное и твердотельное моделирование [Электронный ресурс]. URL: <https://koloro.ua/blog/3d-tekhnologii/sistema-avtomatizirovannogo-proektirovaniya.-parametricheskoe-poverhnostnoe-i-tverdotelnoe-modelirovanie.html/> (Дата обращения: 12.04.2021).

© Мовсисян В. Г., 2021

УДК 004.94

ИСТОРИЯ И РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ САПР

А. В. Федотов

Научный руководитель – Е.С. Коккарева

Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

«Петровский колледж»,

198095, г. Санкт-Петербург, Балтийская улица, дом 35

E-mail: andry.f20023@gmail.com

История отечественных САПР берет начало в 70-х годах прошлого века. От простых программ для автоматизированного черчения они прошли путь до современных комплексных систем. В настоящее время отечественный рынок САПР прогрессивно развивается, что связано, в том числе и с политикой импортозамещения в производстве и науке.

Ключевые слова: САПР, автоматизация, цифровые технологии, геометрическая модель

HISTORY AND DEVELOPMENT OF DOMESTIC CAD

A. V. Fedotov

Scientific supervisor- E. C. Kokkareva

St. Petersburg State Budgetary Professional Educational Institution "Petrovsky College",

198095, St. Petersburg, Baltiyskaya Street, 35

E-mail: andry.f20023@gmail.com

The history of domestic CAD systems dates back to the 70s of the last century. From simple programs for automated drawing, they have gone all the way to modern complex systems. Currently, the domestic CAD market is developing progressively, which is due, among other things, to the policy of import substitution in production and science.

Keywords: CAD, automation, digital technologies, geometric model.

Историческую эпоху развития отечественных САПР можно разделить на несколько этапов:

- 1 этап-70-е годы
- 2 этап-80-е годы
- 3 этап 90-е годы

На первом этапе, в 70-е годы – появилась возможность частичной компьютеризации проектирования и конструирования. В этот период всё внимание уделялось непосредственно системам автоматизированного черчения, которые в то время выполняли функцию проектирования. Множество программных продуктов именовались системами автоматизированного черчения – сокращённо САЧ.

Уже 80-е годы были охарактеризованы активным использованием и внедрением микрокомпьютеров и суперкомпьютеров. Было введено много массовых систем начальных и основных ПП для компьютеров, чтобы система работала более стабильно и не было больших и серьёзных ошибок, которые могли бы повлиять на работоспособность САПР. Так же в этом же периоде активно применялись многие различные ПО и различные подразделения первого предприятия так называемый период основной автоматизации. Но в это же время напрямую с 2D черчением появляется система уникального 3D моделирования, которая в настоящее время используется дизайнерами интерьеров инженерами и конструкторами. И уже появилась возможность раздавать данные с различных этапов на другие этапы Жизненного цикла изделия, и в добавок появилось такое понятие как твердотельное моделирование

В 90-х годах – был так называемый период "зрелости", в котором были исправлены многие ошибки, например, разрушены барьеры несовместимости, между системами. Позднее

стали появляться дополнительные программы, чтобы можно было использовать конвертацию данных из системы в систему. И только потом крупнейшие системы начали сами предоставлять возможность импорта и экспорта данных с другими известными системами.

Собственно, возникновение САПР можно отсчитывать, как объединение разрозненных расчётных и графических программ в программные пакеты

Программный пакет ФАП-КФ — это самая первая развитая и наиболее распространённая отечественная система геометрического моделирования специального назначения и применения, которая предназначена для использования при создании проблемно-ориентированных САПР. Ранее многие из них нестабильно работали и могли выдавать серьёзные ошибки во время работы, что приводило к сбоям при работе на производстве, в научно-исследовательские и проектные организации и конструкторских бюро, высших учебных заведениях, а также на вычислительных центрах предприятий и заводов машиностроения для автоматизации предприятия и производства

Программный пакет ОГРА такой же пакет программ, как и ФАП-КФ. Он может описывать различные системы элементов рабочего чертежа и так же производить операции по формированию и построению различных геометрических объектов и в процессе использования автоматизированного конструирования. Многие программы реализуют так называемые похожие(типовые) геометрические объекты, которые образуют совокупность банков графических данных САПР.

П

П

-

ГРАФОР (Графическое Расширение Фортрана)- библиотека векторной графики, написанной на языке Фортран, которая была разработана Баяковским Юрием Матвеевичем, в институте прикладной математики им. К.А. Коельера. Она предназначена для автоматизации САПР. В 1980-е годы в институте прикладной математики им. К.А. Коельера были созданы такие пакеты: ПРОЕКТОР (для проектирования), ДАННЫЕ (для хранения данных), БРОУНЕР (для построения), ОПЕРАЦИИ (для операций), ВНЕШНИЙ (для внешнего вида); Также машина автоматизации проектирования КОМПАС, предназначенная для проектирования и выработки чертежей и документов; количество выпускаемых документов; количество уровней в структуре технического обеспечения. Это помогло обеспечить типизацию и ориентирование различных элементов САПР [1].

Далее перейдём к основным отечественным САПР которые активно используют так и в научных целях так и в учебных, так же используемых на отечественном производстве и конструкторских бюро, работающих по всей России.

Начнём со всеми известной компании, которая начала своё развитие. Она была создана в 1989-м Александром Голиковым. Развитие шло очень не просто, так как приходилось постоянно искать что-то новое. В 1994 году начинается активная работа над Компас-Менеджер. В 2000-е годы Компас начинает активно развивать 3D технологии. В результате выпускаются программные продукты Лоцман: PLM и Компаас-3D V6. В 2005 году была выпущена САПР под названием Вертикаль для разработки технологических процессов. В 2010 году была выпущена Лоцман: ПГС. Так же компания делает свои шаги в мобилизации, выпуская мобильный клиент ЛОЦМАН:24. Самый известный продукт компании АСКОН, КОМПАС-3D представлял собой полностью разработанную систему, которая предназначена для конструирования и проектирования в различных конструкторских бюро и предприятиях. Разработанный комплекс систем проектирования КОМПАС так же получил свой электронный справочник, который содержит свою базу данных конструкционных материалов и сортов. Также компания дополняла рынок Российских САПР своими продуктами для отечественного машиностроения и конструирования. Компания АСКОН в 2000-ом году разработала свой новый продукт- КОМПАС-SHAFT Plus, в котором объединены Компас-Shaft который используется для проектирования валов и Gears предназначенный -для расчёта передач [2].

Уникальные средства параметризации делают T-flex Cad одним из самых совершенных и универсальных инструментов параметрического 2D-конструирования и 3D-моделирования. Компания «Топ Системы» (г. Москва), которая уже с 1992-ого года работает на рынке САПР создала данный продукт, который известен не только в России, но и за рубежом. Компания постоянно обновляет свои программы и уже в 2003 году выпускает обновлённую версию своей программы. Усовершенствованная и более новая Версия 7.0 различается от предыдущих тем, что была спроектирована на базе ядра Parasolid фирмы Unigraphics Solutions. Так же Компания выпускает свои новые продукты - T-flex ЧПУ 2D и 3D система предназначена для подготовки различных программ для станков с ЧПУ и T-FLEX NC Tracer системы которые позволяют видеть имитацию изготовления детали, до начала производства, что позволяет видеть ошибки, которые можно исправить, что значительно снижает получения брака при изготовлении, а также облегчить работу на производстве [3].

CAD/CAM системы «ГеММа-3D» предназначены для цифрового технологического оборудования различного типа с обеспечением практически всех существующих видов обработки материалов, конструкционных легированных сталей, цветных металлов.

TechnologiCS даёт возможность оперативного управления производством в том числе непосредственно в цехах и на участках, так же даёт возможность производить контроль производственного процесса и расходов ресурса, управление качеством и сопровождение выпущенной продукции. Что позволяет облегчить работу ОТК.

В настоящее время рынок САПР прогрессивно развивается, в связи с этим, специалисты компании Аскон сделали вывод, что в ближайшие годы можно ожидать усиления и развития тех компаний, которые уже сейчас предлагают комплексные и более совершенные решения для производства. Кроме того, хорошие перспективы есть и у других компаний, предлагающих и более узконаправленные продукты на рынке САПР.

Библиографический список

1. Козырев, А. Ю. История развития систем проектирования / А. Ю. Козырев, А. Я. Ключков. — Текст: непосредственный // Технические науки: традиции и инновации: материалы I Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, январь 2012 г.). — Челябинск Два комсомольца, 2012. — С. 64–66. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/6/1575/> (дата обращения: 15.03.2021).
2. Технология производства и автоматизированное проектирование технологических процессов машиностроения: Учебник. 2-е изд., перераб. и дополн. — Псков: Псковский государственный университет, 2016.—334с.
3. Ступаченко, А.А. САПР технологических операций / А.А. Ступаченко – Л. Машиностроение - 1988

© Федотов А. В., 2021

УДК 004.94

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CAD-СИСТЕМ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ МАШИН

К. Н. Черник

Научный руководитель – Д.В. Черник

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

E-mail: Kristi.Blueberry@yandex.ru

В данной работе рассматриваются возможности применения систем автоматизированного проектирования в лесном машиностроении, которые позволяют сократить срок внедрения новых изделий, а также оказывают существенное влияние на технологию производства, позволяя повысить качество и надежность выпускаемой продукции, повышая, тем самым, ее конкурентоспособность.

Ключевые слова: проектирование, CAD-системы, Компас 3D, SolidWorks, лесная машина.

POSSIBILITIES OF USING CAD-SYSTEMS IN THE DESIGN OF FOREST MACHINES

K. N. Chernik

Scientific supervisor – D. V. Chernik

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: Kristi.Blueberry@yandex.ru

This paper examines the possibilities of using computer-aided design systems in forestry engineering, which reduce the time required to introduce new products, as well as have a significant impact on production technology, allowing to improve the quality and reliability of products, thereby increasing their competitiveness.

Keywords: design, CAD-systems, Compass 3D, SolidWorks, timber machine.

Лесные машины представляют собой комплекс специализированных машин, транспортных средств и модульных агрегатов, предназначенных для механизации различных трудоемких технологических процессов, во время заготовки и транспортировки древесины. Создание новой лесной машины – это сложный многоступенчатый процесс, включающий в себя обоснование необходимости создания машины, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Анализ научно-технической литературы показывает, что на сегодняшний день процесс развития лесозаготовительного производства зависит от применения все более эффективных средств организации на базе научно-технического прогресса. Перед машиностроительными предприятиями стоит задача увеличить объем выпуска лесных машин, сократить сроки проектирования и снизить на них стоимость, при этом создать безопасную и конкурентоспособную технику. Однако, процесс создания новой лесной машины – это трудоемкий, продолжительный и дорогостоящий этап, так как проводятся ее натурные испытания. Поэтому, чтобы сократить объемы дорогостоящих натурных испытаний, внедряются виртуальные эксперименты, позволяющие в значительной степени ускорить и удешевить процесс разработки лесной машины [1-8].

Реализация виртуального эксперимента происходит с внедрением в производство методов компьютерного моделирования с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР). САПР является сложным информационным комплексом, предназначенным для автоматизации проектирования, именно эта CAD-система позволяет инженерам различного профиля осуществлять проекты для создания новой лесной техники. Такие технологии применяются совместно с автоматизированным конструированием (инженерным анализом) и автоматизированным производством [1, 2].

В настоящее время, такие системы автоматизированного проектирования как, Компас 3D, SolidWorks, AutoCAD, T-Flex, MATLAB, MathCad и Ansys получили широкое распространение на ведущих машиностроительных, научно-исследовательских и опытно-конструкторских предприятиях. Рассмотрим более подробно для чего предназначена каждая CAD-система и какие возможности дает инженерам-конструкторам. В программном комплексе Компас 3D осуществляется автоматизация конструкторских работ в части 3D моделирования, эта программа, в первую очередь, предназначена для конструирования деталей, сборок, моделирования кинематики их работы и промышленного дизайна. Процесс моделирования динамики конструкций лесных машин проводится в системах MathCad и Ansys. Расчет динамики конструкций в системе MathCad основан на записи в явном виде и последующем численном решении дифференциальных уравнений с применением встроенных в MathCad алгоритмов. Такой подход часто применяется на практике для моделирования взаимодействия лесной машины с предметом труда. Многодисциплинарный CAD пакет Ansys и SolidWorks, основанный на использовании метода конечных элементов, позволяет оценивать динамики конструкций (без явной записи дифференциальных уравнений), проводить анализ прочности и усталостной долговечности конструкций [2, 3].

Обратим внимание, что на практике при проектировании лесных машин нередко встречается задача отработки кинематики отдельных механизмов. Используя программный пакет Компас 3D можно решить такую задачу, поскольку CAD-система на ранних стадиях проектирования позволяет проверить собираемость механизма, найти его конечные кинематические характеристики, определить недопустимые контакты между ответственными деталями и реализовать синтез кинематически подвижной сборной 3D модели [4].

С помощью программного комплекса MATLAB можно определить динамическую нагруженность лесозаготовительных машин. Для этого используется встроенный пакет символьных вычислений Symbolic Math Toolbox, который позволяет определить динамические параметры технологического оборудования лесных машин, решая дифференциальные уравнения 4-ой степени, в более широком задаваемом диапазоне варьирования параметров динамической системы [5].

Используя средства параметризации CAD-системы T-Flex можно формировать трехмерные модели элементов конструкции лесных машин, например, манипулятора, и задавать зависимости размеров сечения стрелы и рукояти технологического оборудования от грузоподъемности машины, а также сделать управляемую функциональную 3D модель манипулятора, что позволит проанализировать кинематические характеристики машины.

Известно, что на ходовую часть сортиментовоза, в условиях движения по лесным дорогам и дорогам общего пользования, действуют динамические нагрузки, в значительной степени превышающие статическую величину. Такого рода нагрузки обуславливаются упругими и демпфирующими характеристиками подвески и шин, а также величинами неровностей поверхностей движения. Используя инженерные расчеты программы MathCad, инженеры-конструкторы могут смоделировать вертикальную динамику движения сортиментовоза и использовать полученные при расчете данные для последующего моделирования напряженно-деформированного состояния деталей ходовой части сортиментовоза, оценки его прочности и усталостной долговечности. Также для моделирования напряженно-деформированного состояния сборной конструкции можно воспользоваться программным комплексом Ansys.

В последние годы особую важность для отечественных машиностроительных заводов приобретают исследования связанные с оценкой прочности и усталостной долговечности элементов металлоконструкций лесозаготовительных машин. Для этого используются различные элементы систем MathCad, SolidWorks и Ansys.

Так, например, в работе [4] проведен прочностной анализ технологического оборудования лесозаготовительной машины в программе SolidWorks. Авторы, с помощью приложения COSMOSWorks к SolidWorks, решают задачи механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов. В этом случае программа SolidWorks позволяет определять не только правильность подобранных сечений конструкции технологического оборудования, но и также можно увидеть, как геометрия конструкции влияет на распределение напряжений.

На основе 3D моделей, разработанных в CAD-системах, можно получить физические модели – это называется прототипированием. Прототипирование является обязательным этапом в процессе разработки любого нового изделия. Создание качественного прототипа, максимально похожего на будущее изделие - весьма непростая задача. Приходится решать проблему точного повторения геометрической формы, собираемости, внешнего вида и поиска материалов, максимально похожих на заданные [6, 7].

На основании рассмотренных возможностей применения систем автоматизированного проектирования в лесном машиностроении, можно сделать вывод, что их внедрение позволяет сократить цикл создания изделия (в 2 раза), снизить материалоемкость изделия (на 25%), уменьшить затраты на производство (на 20%), повысить качество изделия и конкурентоспособность предприятия-изготовителя. Использование САД-систем позволяет решать задачи стиливого дизайна, проектирования внешнего вида изделия и параллельной поагрегатной разработки изделия.

Библиографический список

1. Полетайкин В. Ф. Комбинированные манипуляторы лесосечных и лесотранспортных машин. Динамика элементов конструкции: монография / В.Ф. Полетайкин. – Сиб. гос.технологич. ун-т: Красноярск, 2014. – 167 с.
2. Александров В.А. Конструирование и расчет машин и оборудования для лесосечных работ и нижних складов: Учебник / В.А. Александров, Н.Р. Шоль. – СПб. : Изд-во Лань, 2010. – 256 с.
3. Исследование динамики работы грузоподъемных машин средствами SolidWorks [Электронный ресурс]: учебное пособие / Я. С. Ватулин, М. Н. Козлов, Д. А. Потахов, Е. А. Потахов. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2017. — 24 с. // Лань: электронно-библиотечная система: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101562>.
4. Черник, Д. В. Прочностной анализ технологического оборудования лесозаготовительной машины в программе SOLIDWORKS / Д. В. Черник, З. Л. Еске // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37. – № 1. – С. 79-83.
5. Демянчик А.Я. Исследование динамической нагруженности манипулятора лесозаготовительной машины в разных режимах применения на базе использования по MATLAB / А.Я. Демянчик, Н.Р. Шоль // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2007. - № 20. – С.30-33.
6. Колесников, П.Г. Прототипирование при проектировании лесопогрузчиков / П.Г. Колесников, А.А. Пешков, М.П. Гордеев // Механики XXI века. – 2017. – №16. – С.126-128.
7. Черник, Д. В. Использование компьютерных технологий при проектировании лесных машин / Д. В. Черник, А. В. Равковский // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37. – № 2. – С. 158-161.

© Черник К. Н., 2021

УДК 658.512.22

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ МАНИПУЛЯТОРА В T-FLEX CAD

К. Н. Черник, Д. В. Черник

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

В данной работе описана последовательность создания трехмерной модели деталей элементов конструкции манипулятора с использованием современной системы автоматизированного проектирования T-FLEX CAD на примере верхней пластины корпуса опорно-поворотного устройства.

Ключевые слова: проектирование, CAD-системы, T-FLEX CAD, манипулятор.

3D MODELING OF PARTS OF MANIPULATOR SUBASSEMBLIES IN T-FLEX CAD

K. N. Chernik, D. V. Chernik

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Kristi.Blueberry@yandex.ru

This paper describes the sequence of creating a three-dimensional model of the parts of the manipulator structural elements using the modern computer-aided design system T-FLEX CAD using the example of the upper plate of the body of the rotary support device.

Keywords: design, CAD systems, T-FLEX CAD, manipulator.

На сегодняшний день для решения конструкторских задач с последующим формированием конструкторской документации применяются современные средства автоматизированного проектирования, одной из которых является T-FLEX CAD. Система гибридного параметрического проектирования T-FLEX CAD объединяет в себе функциональность 2D- и 3D-моделирования, обладает достаточным инструментарием для создания параметрических и непараметрических чертежей и 3D моделей деталей и сборок, а также для оформления конструкторской документации согласно ЕСКД [1].

Манипулятор представляет собой дистанционно управляемый механизм функционально эквивалентный по своему характеру движению руки человека. В основном это шарнирно-сочлененная конструкция, состоящая из опорно-поворотного устройства, стрелы, рукояти и рабочего органа [2-4].

Построим модель верхней пластины опорно-поворотного устройства манипулятора, используя чертеж (рисунок 1). Прежде чем приступать к моделированию мысленно разберем деталь на примитивы. Условно деталь можно разделить на две части. Нижняя часть представляет собой параллелепипед, в основании которого лежит квадрат со сторонами, равными 500 мм. Верхняя часть представляет собой цилиндр диаметром 290 мм. Верхняя и нижняя части имеют сквозное круглое отверстие диаметром 260 мм. Для создания модели данной детали необходимо и достаточно сформировать два 3D профиля и воспользоваться операцией выталкивания [5].

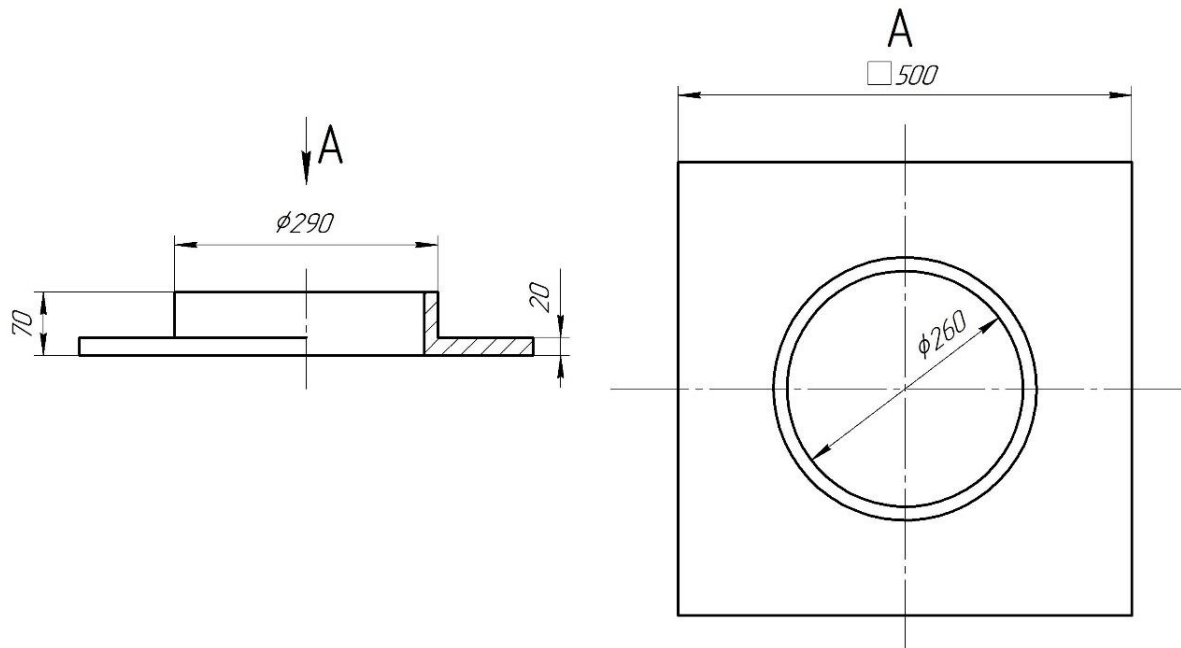


Рисунок 1 - Чертеж верхней пластины корпуса опорно-поворотного устройства

Для создания первого 3D профиля, необходимо выбрать правильную ориентацию и соответствующую этой ориентации рабочую плоскость. В данном случае лучше всего начать построение детали снизу-вверх. Для построения эскиза выберем рабочую плоскость Вид сверху и нажмем кнопку «Чертить».

Воспользуемся первым способом построения эскиза. В разделе «Построения» выберем «Прямые с узлом в (0, 0)», тем самым установив вертикальную и горизонтальную прямые, пересекающиеся в начале координат. Далее, с помощью прямых построим контуры основания верхней пластины таким образом, чтобы центр пластины находился в начале координат. Из начала координат построим окружность диаметром 260 мм. Обведем полученный скелет линией изображения. Эскиз готов (рисунок 2).

Нажав клавишу «Завершить» на панели «Управление» выходим из режима черчения, система автоматически формирует 3D профиль согласно построенному эскизу.

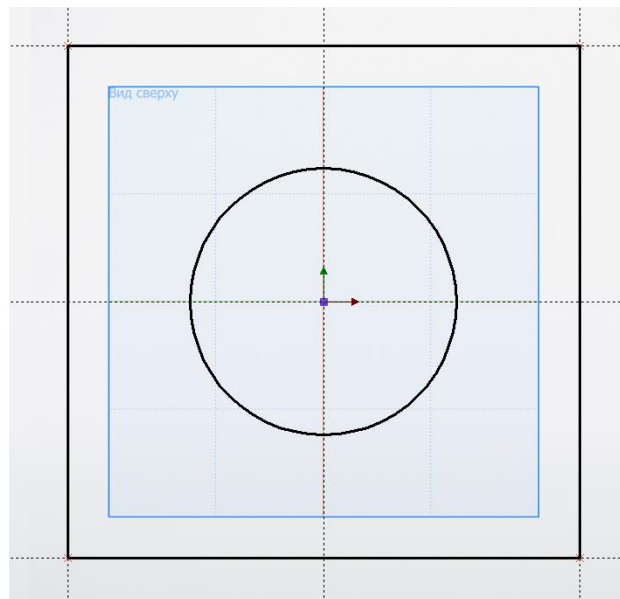


Рисунок 2 - Эскиз нижней части верхней пластины опорно-поворотного устройства

Полученный 3D профиль выталкиваем вверх на 20 мм, получаем нижнюю часть верхней пластины опорно-поворотного устройства (рисунок 3).

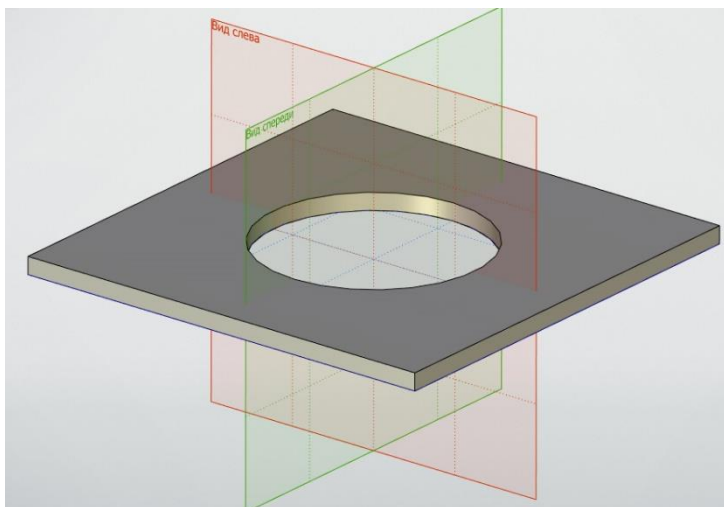


Рисунок 3 - Нижняя часть верхней пластины опорно-поворотного устройства

Чтоб построить верхнюю часть детали, выберем грань, на которой будет располагаться ее 3D профиль (в нашем случае это верхняя грань нижней части) и войдем в режим черчения. Построим окружность, диаметром 290 мм с помощью вспомогательной геометрии в разделе «Построение», при этом вспомогательный контур внутренней окружности строить не обязательно, поскольку он совпадает с контуром 3D профиля нижней части детали. Обведем окружности и получим эскиз верхней части. Выполним операцию выталкивания на 50 мм второй части детали, при этом выберем режим создания булевой операции «Сложение», иначе, в результате операции, получится другое тело. Нажимая кнопку «Закончить ввод», получаем 3D модель верхней пластины (рисунок 4).

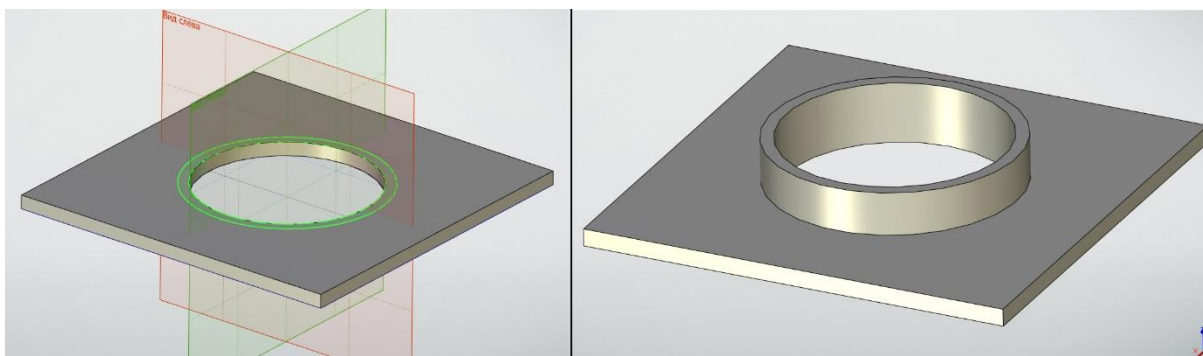


Рисунок 4 - 3D модель верхней пластины корпуса опорно-поворотного устройства

Современные системы автоматизированного проектирования позволяют создавать трехмерные модели изделий, используя широкий и удобный спектр инструментов для решения различных конструкторских задач и формирования конструкторской документации согласно ЕСКД и других стандартов, что в значительной мере облегчает труд современного инженера.

Библиографический список

1. Официальный сайт T-FLEX CAD: [Электронный ресурс]. URL: <https://tflexcad.ru/> (дата обращения 08.05.2021).
2. Черник, К. Н. Применение манипуляторов в лесозаготовительной отрасли / К. Н. Черник, Д. В. Черник // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения : сборник материалов по итогам Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 18–19

сентября 2020 года / под общей редакцией Ю. Ю. Логинова. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2021. – С. 164-167.

3. Черник, Д. В. Имитационное физическое моделирование универсальной лесозаготовительной машины / Д. В. Черник, Р. В. Казанцев // Хвойные бореальной зоны. – 2020. – Т. 38. – № 3-4. – С. 183-188.

4. Chernik, D. V. Mathematical model of a combined manipulator of a forest machine / D. V. Chernik, K. N. Chernik // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52037. – DOI 10.1088/1757-899X/919/5/052037.

5. T-FLEX CAD 17 – Учебное пособие онлайн: [Электронный ресурс] // Официальный сайт T-FLEX CAD. URL: <https://www.tflexcad.ru/help/tutorial/17/index.htm> (дата обращения 08.05.2021)

© Черник К. Н., Черник Д. В., 2021

УДК 004.92

ПРОЦЕДУРНОЕ ТЕКСТУРИРОВАНИЕ В СФЕРЕ ДИЗАЙНА ЛЕСНЫХ МАШИН И ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА

Д. В. Кольчевский¹, А. А. Титаренко¹, Д. В. Кольчевский²

Научный руководитель: П. Г. Колесников

¹Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

²Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Техникум
строительства и городского хозяйства. Российская Федерация, Республика Бурятия, 670031, Улан-
Удэ, Геологическая ул., 10,
naturaromatizator@gmail.com

*Рассмотрены возможности применения программных инструментов текстурирования
компьютерной графики в сфере дизайна лесных машин, а также ландшафтного дизайна.*

*Ключевые слова: Substance Painter, текстурные карты, процедурное текстурирование,
умные материалы.*

PROCEDURAL TEXTURING IN THE FIELD OF FOREST MACHINE DESIGN AND LANDSCAPE DESIGN

D. V. Kolchevski¹, A. A. Titarenko¹, D. V. Kolchevski²

Scientific supervisor: P. G. Kolesnikov

¹Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

²State Autonomous Professional Educational Institution Technical School of Construction and Urban
Economy. 10, Geologicheskaya st., Ulan-Ude, 670031, Russian Federation, Republic of Buryatia.
naturaromatizator@gmail.com

*The study overviews possibilities of applying software for texturing computer graphics in the
field of forest machine design and landscape design.*

Keywords: Substance Painter, texture maps, procedural texturing, smart materials.

Наибольшее распространение работа с текстурами получила в сфере кинематографа, компьютерных игр, рекламы и vr/ar проектов. Это те области, где компьютерная графика является практически готовым результатом производства цифрового продукта и на ней делается акцентирование, нежели с ландшафтным дизайном или с дизайном лесных машин. Там результатом выступает физическая продукция (детали, сборочные единицы, узлы, механизмы в производстве лесных машин и конкретные природно-территориальные комплексы в случае для ландшафтного дизайна). Абстрагируясь от первоначальной тематики данной статьи, можно выделить, что трехмерное моделирование в сфере дизайна лесных машин выступают в качестве этапа, который значительно ускоряет темпы производства. Трехмерные модели дают лучшее представление о конечном продукте по сравнению только лишь с двумерной чертежной документацией. По трехмерным моделям проводится анализ и симуляции физических процессов. Трехмерные модели используются для производства мастер-моделей на станках с ЧПУ или 3D-принтерах для производства по ним пресс-форм в дальнейшем для массового производства литьевым методом. Создание прототипов и так далее. В ландшафтном дизайне трехмерные модели позволяют лучше визуализировать проектируемый результат. С помощью 3D-моделей и игровых движков (Unreal Engine, Unity) возможно создавать виртуальные площадки для лучшей демонстрации ландшафта с видом от первого лица. Возвращаясь к текстурированию, можно подметить, что в случае дизайна лесных машин это практически не применяется конструкторами на территории РФ, все

ограничивается применением разных цветов, так как это не влияет на функциональный результат. В моделировании ландшафта уже имеет большее применение.

Однако, используя процедурное текстурирование трехмерных моделей, что в той, что в другой сфере выделяется ряд мероприятий, где это сыграет значимую пользу: визуализация своего проекта в качестве демонстрации потенциальным клиентам и инвесторам (фотореалистичный рендер, анимация, программа симулятор, слайд-шоу), презентационные мероприятия (в том числе для печати полиграфической продукции с символикой организации (мерч), события, бренда). Также можно отметить использование в защите проектов у выпускников образовательных учреждений, студенческих конструкторских бюро и независимых технических коллективов. Для примера, мы можем отобразить несколько вариантов одной модели в разные временные промежутки. Визуально отобразить прогнозируемый процесс старения, создать при помощи текстурных карт иллюзию дополнительной геометрии (эмблемы, логотипы, информационные значки, таблички, шильдики, фактуру того или иного материала, повреждения, эффект эмиссии, позрачности).

Процедурное текстурирование — метод создания текстур, при котором изображение текстуры создается с помощью какого-либо алгоритма (процедурного алгоритма) [1].

В данной статье не рассматриваются особенности работы процедурных текстур, а затрагивается программное обеспечение, в котором возможно выполнить процесс текстурирования.

Этапы подготовки и текстурирование в программе Substance Painter на примере упрощенной модели лесного харвестера для демонстраций:

Представленная ниже модель будет импортироваться в игровой движок Unreal Engine (далее UE) для создания виртуального пространства для презентации, поэтому необходим ряд этапов, которые оптимизируют модель для импорта в UE. Это создание высокополигональной модели (high poly) с которой будет переноситься детализация на низкополигональную модель (lowpoly) для создания иллюзии сложной геометрии при помощи текстурных карт нормалей (normal map). Представленная на рисунке 1 модель создавалась в 3D-редакторе Autodesk Maya.

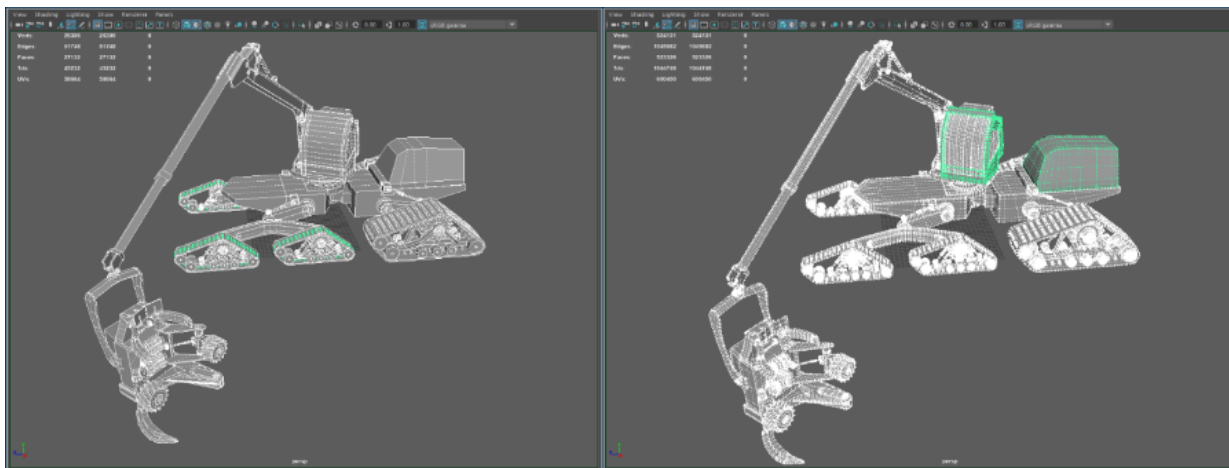


Рисунок 1 – Lowpoly модель (слева) и highpoly модель (справа)

Далее lowpoly модель подлежит развертке. Это разворачивание всех ее граней (также несколько соединенных граней вместе, образующих какой-нибудь оболочку (UV-shell)) на двумерное пространство по UV координатам, так как XYZ координаты уже заняты. Существуют разные подходы и правила развертки для разных видов текстурирования и запекания текстурных карт поверхностной детализации, но в рамках данной статьи данные технические этапы не рассматриваются. Highpoly модель не разворачивается.

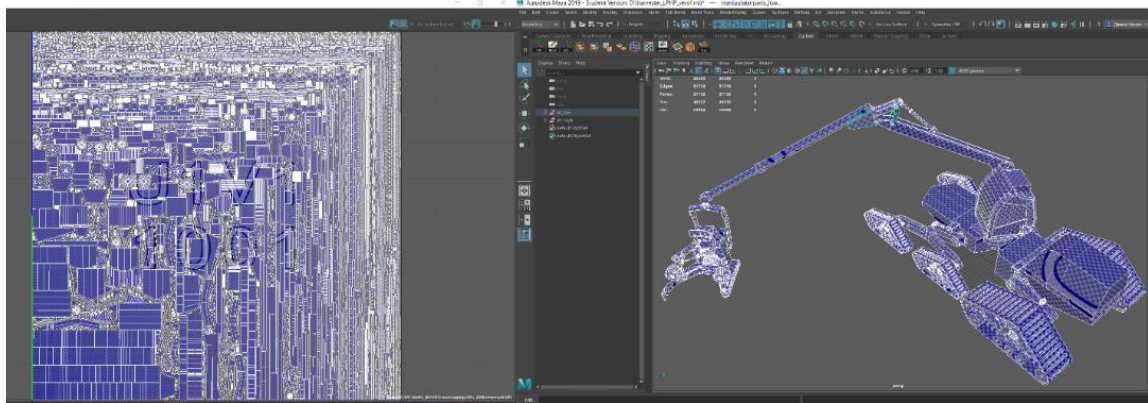


Рисунок 2 – UV-развертка (слева) и lowpoly модель, на которой отображается чекер (checker) (текстура в кубиках для проверки корректности развертки)

Следующим этапом выступает запекание текстурных карт поверхностной. «Запекание» – это процесс создания карт нормалей (и не только их) путем переноса детализации с highpoly модели на lowpoly модель [2].

Точнее, создается специальная цветная текстура, которая при наложении на lowpoly модель может изменять положение вертекс нормалей (нормалей вершин) и нормалей отображаемых пикселей, тем самым создавать иллюзию детализации модели. Цветная текстура нужна для того, чтобы каждый отдельный цвет изменял определенные каналы.

Карты нормалей – это RGB изображения, где каждый из каналов (красный, зелёный, синий) интерпретируется в X, Y и Z координаты нормалей поверхности соответственно. Красный канал карты нормалей отвечает за ось X (нормали направлены влево или вправо), зелёный канал за ось Y (нормали направлены вверх или вниз) и синий канал за ось Z (нормали направлены прямо от поверхности) [2].

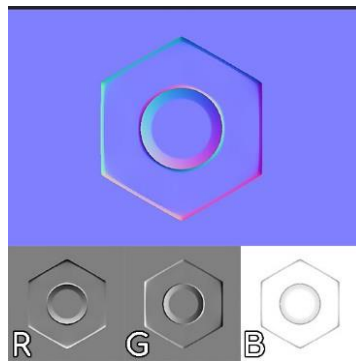


Рисунок 3 – Каналы карты нормалей касательного пространства (R – красный, G – зеленый, B – синий) [3]



Рисунок 4 – Зелеными линиями отображаются вертекс нормали

Карты нормалей, как и некоторые другие текстурные карты можно запекать в разных программах. В данной статье пропускаются технические этапы этого процесса. По итогу получаются вот такие карты для определенных частей модели харвестера – рисунок 5. Эти определенные части будут текстурироваться отдельно (различные текстурные сеты). Следует заметить, что UV-развертка совпадает с элементами, которые изображены на карте нормалей и карте амбиентного затенения (Ambient Occlusion).

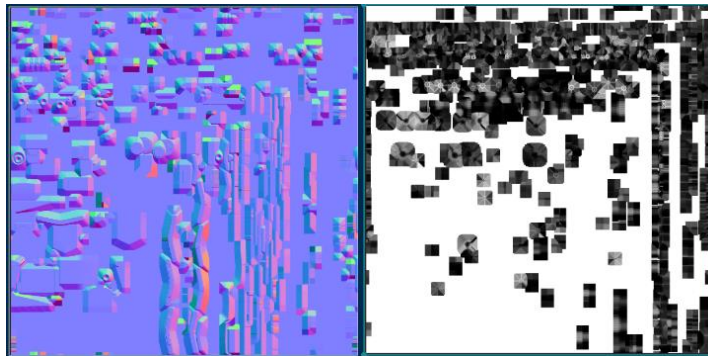


Рисунок 5 – Текстурные карта нормалей (Normal map) слева и карта поверхностного затенения (Ambient Occlusion) справа

Карты normal, ambient occlusion и другие запеченные карты, используя различные каналы для текстурных карт, добавляются в эти каналы. Далее модель, разделенная на текстурные сеты (можно поделить на компоненты, узлы, детали. Например, несколько схожих деталей – один текстурный сет) текстурируется отдельно. Для нее возможно создать свой набор слоев, где каждый слой накладывается на последующий, используя различные маски (например, как в Photoshop), слои по которым возможно работать кистями, генераторы (специальные маски, которые можно изменять процедурно (регулировать количество сколов к примеру), эффекты и т.д.). Слои можно объединить в папку и создать умный материал, после чего добавить его в библиотеку и сохранить. В дальнейшем применить на другую модель.

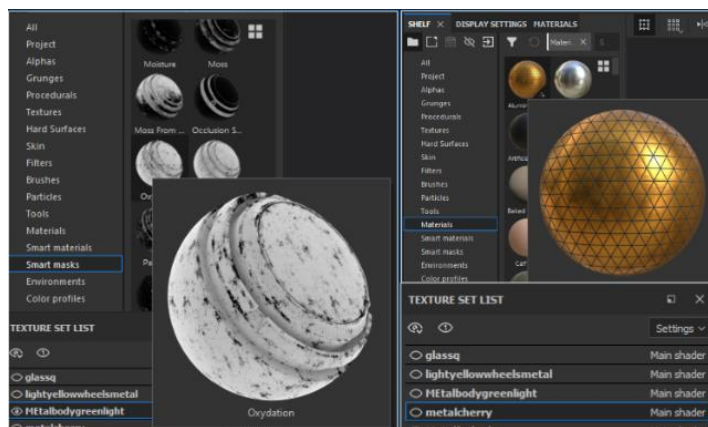


Рисунок 6 – Интерфейс Substance Painter. Слева выбрана умная маска (эффект окисления). Справа материал (изоляционный алюминиевый материал). Справа внизу – текстурные сеты

Используя различные насадки кистей (альфы), материал в качестве базового цвета, появляется возможность рисовать материалом по модели. Если, еще и настроить значение в канале Height, которое отвечает за выпуклость, то появляется возможность создавать рельефные рисунки.

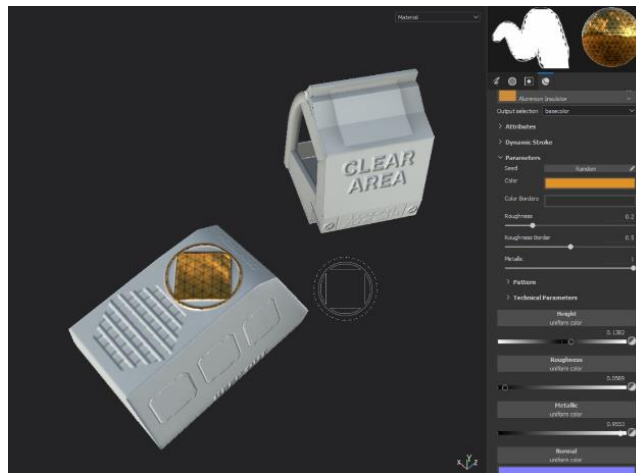


Рисунок 7 – Рисунок материалом алюминиевого изолятора с выбранной кистью и альфой (насадкой)

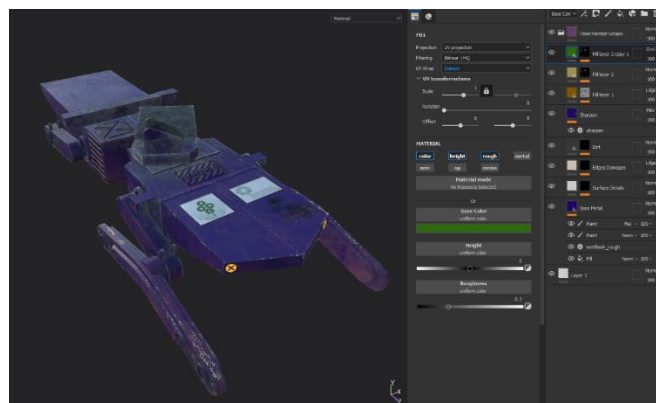


Рисунок 8 – Процесс текстурирования текстурного сета, где применяется один поверхностный материал (краска) с эффектами для придания старины. Справа – слои

По итогу процесса текстурирования получились две версии харвестера (новый и образец в б/у). В ландшафтном дизайне можно использовать аналогичный процесс текстурирования на моделях.

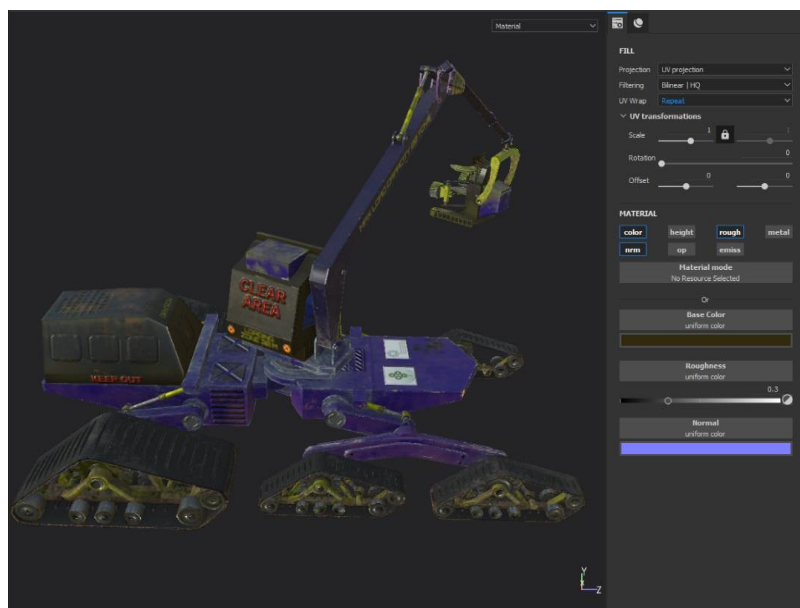


Рисунок 9 – Харвестер б/у версия. Все надписи и эмблемы – текстуры. Геометрия люков и решеток – текстуры

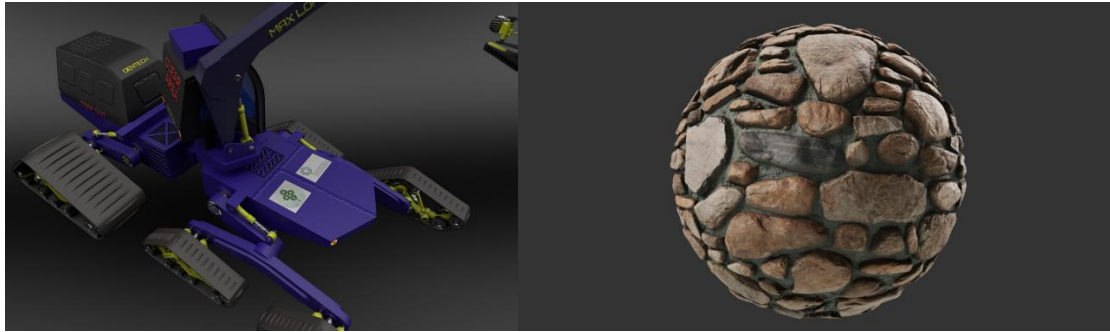


Рисунок 10 – Харвестер – новая версия (слева) и текстура декоративного камня (справа) [4]

Библиографический список

1. Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Процедурное текстурирование (дата обращения: 11.04.2021)
2. XYZ-School [Электронный ресурс]. URL: <https://www.school-xyz.com/normal-map-prakticheskoe-rukovodstvo> (дата обращения: 12.04.2021)
3. Хабр [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/486528/> (дата обращения: 12.04.2021)
4. Substance Painter [Электронный ресурс]. URL: <https://source.substance3d.com> (дата обращения: 12.04.2021)

© Кольчевский Д. В., Титаренко. А. А., Кольчевский Д. В., 2021

УДК 681.6

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ПРИНТЕРА В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

К. Ю. Ковалёв

Научный руководитель – С. Н. Мартыновская

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, пр. имени газеты «Красноярский рабочий», 31

E-mail: kovalev.k.u@mail.ru

E-mail: martynovskaiasn@mail.sibsau.ru

История появления 3D принтеров в автомобилестроении, эволюция их распространения и создания, возможности использования 3D принтеров, а также их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: 3D принтер, автомобилестроение, технология печати, используемые материалы, принцип работы

APPLICATION OF THE 3D PRINTER IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

K. U. Kovalev

Research Supervisor – S. N. Martinovskaia

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology 31, Krasnoyarsky Rabochy Av.,

Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: kovalev.k.u@mail.ru

E-mail: martynovskaiasn@mail.sibsau.ru

The history of the appearance of 3D printers in the automotive industry, the evolution of their distribution and creation, the possibilities of using 3D printers, as well as their advantages and disadvantages.

Keywords: 3D printer, automotive industry, printing technology, materials used, working principle.

Изучая историю возникновения 3D технологий в автомобилестроении была выявлена одна из передовых технологий по созданию объектов и предметов в машиностроении (рис.1). История появления 3D принтер начинается в 1988 году. Под руководством Чарльза Халла было запущено производство 3D принтеров компанией «3D System Corporation».

Станок, с числовым программным управлением, который служит для создания изображений в трёхмерном измерении. Данная технология дала большие возможности людям во многих сферах, одной из самых распространённых, стало автомобилестроение [1].

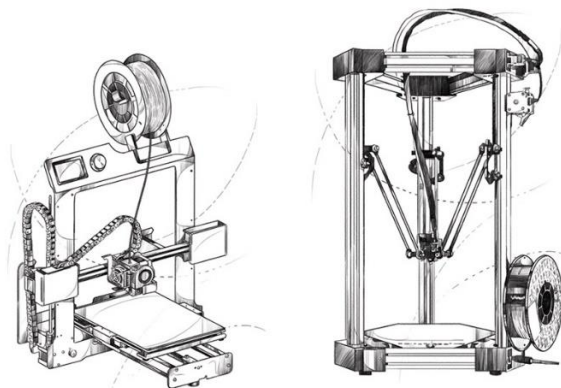


Рисунок 1 - Схема 3D принтера

Безусловно первые 3D принтеры не были совершенствами. Они имели существенный недостаток, такой как медленная скорость изготовления. При попытке увеличить скорость сильно страдало качество, так как небольшая мощность с высокой скоростью давали большую погрешность.

Большие преимущества 3D принтеры имели с начала 2008 года. Именно в то время у них появилась возможность печатать изделия из различных материалов таких, как металлических порошок, бетон и даже шоколад.

В автомобильной промышленности первые упоминания о 3D принтерах появились в 2009 году. За своими подсчётами компания Ford заметила, что печать деталей (рис.2) с помощью данной технологии уменьшает затраты на их изготовление. Постепенно 3D детали внедрялись и в другие огромные автоиндустрии, как BMW, Mercedes, Cadillac и другие.

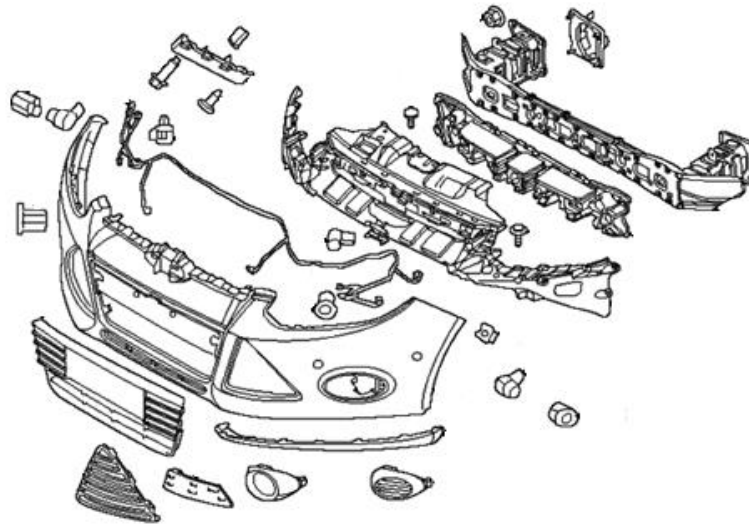


Рисунок 2 - Запчасти передней части Ford Focus

Использование 3D принтера позволило ускорить и упростить изготовление тех или иных деталей. В автомобилестроении постепенно происходило внедрение аддитивных (принцип работы основан на последовательном нанесении слоёв на материал) технологий. Сначала 3D принтеры использовались в качестве изготовления функциональных прототипов. Изготовление прототипов по данной технологии оказалось намного выгодным по времени и затрачиваемым средствам [2].

Первоначально основным материалом для печати в автомобильной промышленности был металл. Позднее появился новый материал - полимер полиэфирэфиркетон, или ПEEK. За счёт поликристаллической структуры увеличивается износостойчивость, термостойкость, прочность и химическая инертность. Помимо этого, у деталей из ПEEKа меньше вес, нежели у металлических, а это позволяет заметно сократить расход топлива и уменьшить выхлопы.

Все чаще в качестве материала для 3D печати используют алюминий. Изделия из него нетяжелые, владеют неплохой стойкостью к коррозии на открытом воздухе, а также он обладает сравнительно низкой себестоимостью. Нейлон имеет высокие показатели прочности к весу. Также он имеет низкий коэффициент трения, достаточно гибкий, устойчив к коррозии и может выдерживать высокие механические нагрузки.

Безусловно, классификация 3D принтеров очень большая. Их можно группировать по разным показателям. В нашей статье вы можете увидеть основную классификацию принтеров по технологии печати (табл. 1).

Таблица 1

Классификация 3D принтеров по технологии печати

Название 3D принтера	Производитель	Материал	Технология	Объём камеры	Толщина слоя	Мощность лазера
3D принтеры по металлу						
SLM Solutions SLM 280 2.0	SLM Solutions	металлические порошки	SLM- лазерное плавление металлического порошка	280x280x365 мм	20—75 мкм	400 / 700 Вт
Aconity 3D AconityMI DI+	Aconity 3D	металлические порошки	L-PBF	250 x (B) 250 мм	10 мкм	1-4 луча 400 / 500 / 700 / 1000 Вт
3D Systems ProX DMP 300	3D Systems	металлические порошки	Direct Metal Printing	250x250x330 мм	от 10 до 100 мкм	500 Вт
DMG MORI Lasertec 12 SLM	DMG MORI	металлические порошки	SLM	125x125x200 мм	20-100 мкм	200-400 Вт
SLA- лазерная стереолитография						
3D Systems ProJet 6000	3D Systems	Работает с 5 патентованными материалами VisiJet (жесткие, гибкие, прозрачные, высокотемпературные)	стереолитография (SLA)	250x250x250 мм	50 мкм/ 100 мкм/ 125 мкм	750 Вт
3D Systems ProJet 7000	3D Systems	4 запатентованных материала VisiJet: SL Flex, SL Tough, SL Clear и SL Hi-Temp.	SLA (фотополимер)	380x380x250 мм	50 мкм/ 100 мкм/ 125 мкм	750 Вт
3D Systems ProX 800	3D Systems	ProX 800 использует для работы материалы серии Accura: Accura 25 Plastic Accura 48HTR Plastic Accura 55 Plastic Accura 60 Plastic Accura Amethyst Accura Bluestone Accura CastPro	SLA (фотополимер)	650x750x550 мм	Длина волны 354,7 нм	1450 мВт (1000 мВт у поверхности смолы, при нормальном состоянии оптической системы)
3D Systems ProX 950	3D Systems	Accura CastPro Accura CeraMAX Composite Accura ClearVue Accura e-Stone Material Accura Peak Accura Sapphire Accura Xtreme White 200 Accura Xtreme	SLA (фотополимер)	1500x750x550 мм	0.05 - 0.15 мм	200 – 240 Вт

SLS - спекание порошковых материалов						
Название 3D принтера	Производитель	Материал	Технология	Объём камеры	Толщина слоя	Мощность лазера
Farsoon Flight HT403P	Farsoon	порошки (полиамиды и пластик)	SLS - спекание порошковых материалов	400x400x540 мм или 400x400x450 мм	60 - 300 мкм	500 Вт, волоконный
Farsoon eForm	Farsoon	порошки (полиамиды и пластик)	SLS - спекание порошковых материалов	250x250x320 мм	60 - 300 мкм	30 Вт
3D Systems sPro 230	3D Systems	DuraForm FR 100 Plastic DuraForm HST Composite DuraForm EX Natural Plastic DuraForm EX Black Plastic DuraForm GF Plastic DuraForm PA Plastic DuraForm Flex Plastic CastForm PS Plastic	SLS - спекание порошковых материалов	550x550x750 мм	от 80 мкм	70-200 Вт
3D-машины для лазерной наплавки металла						
DM3D DMD 105D	DM3D	Все типы сталей, чугун, никель, медь, кобальт, титан	DMD	300×300×300 мм	0,2-1,2 мм	1-5 кВт
InssTek MX-450	InssTek	Порошки любых металлов	DMD	450x450x350 мм		1 кВт
Trumpf TruLaser Cell 3000	Trumpf	Все виды металла	Сварка, резка, наплавка	420x420x220 мм	1600 x 2840 x 2645 мм	8000 Вт
DM3D DMD 44R/66R	DM3D	Стандартные порошковые материалы: Fe-основа: (H13, P20, P21, S 7 и др.) Co-основа: (Stellite 6, Stellite 21 и др.) Ni-основа: (IN 718, IN 625 и др.) Ti-основа: (CP Ti, Ti-6Al-4V) Стандартные материалы подложки: Все типы сталей, чугун, никель, медь, кобальт, титан	DMD	1425×1020×1020 мм или 2330×1670×1670 мм	0,2-1,2 мм	1-5 кВт

Изготовления песчаных литейных форм						
Название 3D принтера	Производитель	Материал	Технология	Объём камеры	Толщина слоя	Мощность лазера
ExOne S-Print Furan	ExOne	Литейный песок: кварц, корунд	Binder Jetting	800x500x400 мм	0,28–0,50 мм	400В
VoxelJet VX4000	VoxelJet	Литейный песок: кварц, корунд	Binder Jetting	4000x2000x1000 мм	0,3 мм	
FHZL PCM1200	FHZL	Кварцевый песок, кальцинированный песок, синтетический песок, керамический песок и др	PCM	1200x1000x600 мм	0,2-0,5 мм	

Таким образом, можно выделить ряд преимуществ 3D принтера в автомобилестроении:

1. Возможность создания деталей по готовым чертежам;
2. Непосредственное строительство деталей по обломкам. Технологии настолько шагнули вперёд, что теперь появилась возможность изготавливать целую деталь через часть;
3. Скорость производства деталей. За счёт простого и быстрого способа конструирования увеличивается объём создаваемых деталей;
4. Увеличение гибкости проектирования. Данная технология позволила увеличить тестирование за счёт быстрого изменения неподходящих во время тестирования частей;
5. Создание наиболее сложных по своей геометрической структуре деталей;
6. Снижение массы деталей, которая позволяет сокращать расход топливной жидкости, а уже это способствует уменьшению выделения в атмосферу выхлопных газов;
7. Качество и надёжность. Оно обусловлено именно количеством тестирований. Ведь именно большое количество тестирований позволит более лучше усовершенствовать деталь, сделать её универсальной, без вероятности на погрешность;
8. Точность копий.

Различные технологии 3D печати:

1. Пользуясь EBM и DED-технологиями, можно получить металлические детали, качество которых будет превосходить качество литья. Можно делать новые детали, восстанавливать поломанные, улучшать характеристики, менять состав материалов и т.д. Точность – до 140нм;
2. более простые SLM и DMLS – качество металлических элементов соответствует литью и штамповке, точность – около 20 микрон;
3. для небольших производств подходит Binder Jetting – эта технология гораздо дешевле и работает с любыми материалами.

Несмотря на то, что 3D технологии очень сильно облегчили человечеству жизнь и имеют большое количество плюсов, у них также имеется и ряд своих определённых недостатков, которые необходимо знать каждому, кто использует в своей практике 3D принтеры [3].

Один из самых главных минусов это ограничение в габаритах. В большинстве своём, принтеры имеют заводские «рамки», которые ограничивают использование принтера для изготовления той или иной детали.

Вторым, не менее важным минусом, является ограничение по использованию материалов. Независимо от того, что с каждым годом увеличивается список материалов, которые можно использовать в 3D печати, он всё равно будет оставаться неполным, так как некоторые природные материалы невозможно использовать в печати без изменения их свойств.

Из всего вышесказанного можно прийти к выводу, что появление 3D печати во многом облегчило жизнь. Его появление повлекло за собой открытие новых специальностей, новых возможностей, которых тяжело было бы добиться без столь удобного новшества. Сейчас тяжело представить изготовление автомобилей, сельхозтехники, космических кораблей без использования 3D печати. Ведь современные технологии плотно вошли в нашу жизнь. Но как бы хороша не была та или иная технология, у неё всегда будут находиться и определённые минусы. Крайне важно знать все возможности и недостатки той технологии, которая будет использоваться в твоей повседневной жизни. Машина- помощник в жизни человека, но при неправильном использовании может нанести непоправимый вред.

Библиографический список

1. Афиша «Революция в 3D технологиях в автомобильной промышленности» [Электронный ресурс]. - режим доступа: <https://knaufautomotive.com/ru/revolyutsiya-v-3d-tekhnologiyakh-v-avtomobilnoy-promyshlennosti/> (Дата обращения :09.05.21)
2. Афиша «Аддитивное производство и 3D-печать: что нужно знать в первую очередь?» [Электронный ресурс]. - режим доступа: <https://blog.iqb.ru/3d-printing-automotive-industry/> (Дата обращения :09.05.21)
3. Афиша «Плюсы и минусы применения 3D-принтера» [Электронный ресурс]. - режим доступа: <https://top3dshop.ru/blog/3D-printers-pro-e-contra-review.html> / (Дата обращения :09.05.21)

© Ковалёв К. Ю., 2021

УДК 712.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРТОВ ХОСТ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА- ИНСТИТУТА ПГТУ В СОЗДАНИИ МАЛОГО САДА

Е. Г. Иванова

Научный руководитель – Ю. В. Граница

Поволжский государственный технологический университет
Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, пл.Ленина, д.3

В настоящее время важным является формирование среды для отдыха населения. Часто зоны тихого отдыха оформляются дорожно-тропичной сетью, малыми сооружениями, цветниками - это и явилось целью данной работы.

Ключевые слова: беседка, формирование среды, сооружение, 3D модель.

USE OF HOSTA VARIETIES FROM THE COLLECTION OF THE PSTU BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE IN THE CREATION OF A SMALL GARDEN

E. G. Ivanova

Scientific supervisor - J. V. Granitsa

Volga Region State Technological University
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

Nowadays it is important to create a recreational environment for the population. Often, quiet recreational areas are decorated with pathways, small structures and flower beds, which is the purpose of this work.

Keywords: gazebo, shaping the environment, construction, 3D model.

Беседка — это парковое сооружение, мечта многих людей, которым принадлежит дом с садом или участком, где они могут посидеть, выпить чаю и насладиться пейзажными видами. Она не только выполняет практические функции, но и может стать отличным визуальным дополнением ландшафтного пространства. При разработке эскиза интересным творческим моментом является поиск идей и стиля. Представленная беседка – это средний по величине элемент архитектурно-художественного оформления садово-паркового пространства, выполняющий декоративную функцию. Хоста - это цветочное растение родиной с дальнего востока, поэтому решение было выбрано как ландшафтное, а образ беседки связали с японской стилистикой.

Дворики в Японии принято огораживать, поскольку они – символ рая на Земле. Ограда выделяет особое пространство сада и делает его «миром в мире». С практической точки зрения это граница усадьбы или земельных владений. Ограда является частью окружающего ландшафта, она всегда строится с таким расчетом, чтобы не разрушить рельеф местности, а точно следовать его складкам, избегая вверх и вниз по склонам холмов подобно «извивающемуся дракону».

В дальневосточном саду «камень уравнивает природные стихии дерева и воды и знаки человеческого присутствия – архитектурные сооружения». В их садовой традиции камень — это «чистая энергия неба и земли». Поэтому камню в саду отводится важное место. Они ценны с художественной точки зрения, а с философской и релаксационной рассматриваются как вместилище энергии, предмет, влияющий на чувства человека. Их слушают, их созерцают [3]. Поэтому в нашем проекте есть и ограждение, и беседка, и камень, и озеленение.

Итак, генеральный план разработан. На нем - огороженный тихий уголок, насыщенный озеленением и украшен беседкой. Параметры сооружения спрогнозированы для размещения компании до 6 человек. Высота беседки 4,3 м ширина 4 м, длина 5 м (рисунок 1-а).

Подземная часть состоит из свайного фундамента. Надземная часть состоит из ростверка. Пол покрывается деревянными досками. Симметрично в соответствии с принятой кровли служит стропильная система, затем на нее укладывается супердиффузионная мембрана (гидроветроизоляционная). Далее контр обрешётка с вентиляционными зазорами. Затем обрешётка под ОСБ. Крепится ориентировано-стружечная плита (ОСБ). Далее укладывается слой подкладочного ковра, ендова. После укладки гидроизоляции приступают к монтажу мягкой черепицы.

Ниже приводим поэтапную технологию создания малого архитектурного объекта:

1 этап. Поиск идеи. На данном этапе прорабатывается изучение темы и подбор малых архитектурных форм, а также конкретизация архитектурного решения. Была выбрана беседка в восточном стиле. Беседку в Японском стиле делают из ценных пород дерева. Крышу можно украсить изображениями животных из китайских мифов и легенд (это дракон, лев, тигр, единорог, летящий конь, феникс и черепаха).

2 этап. Проработка основных параметров конструкции. Задаются основные размеры, детально разбираются конструктивные узлы. На этом этапе прорабатываются и вычерчиваются в масштабе основные конструктивные узлы соединений, с указанием всех элементов.

3 этап. Оформление чертежа. В эскизной технике исполнения с соблюдением масштаба вычерчиваются чертежи, с указанием размеров и нанесением на него всех декоративных элементов. Делается фасад, вид сверху, вид сбоку.

4 этап. Выбор места проектирования. Место было выбрано с учётом потребностей назначения - в тихом уголке сада, вдалеке от городской суеты.

Оформление участка в японском стиле предусматривает организацию максимально комфортных условий для достижения гармонии с природой и с самим собой. В этом необыкновенном месте, одинаково прекрасном в любую погоду, независимо от времени суток, человек должен отдыхать и душой, и телом.

5 этап. Подготовка ям и траншей.

6 этап. Установка опорных стоек и верхней обвязки.

7 этап. Установка стропильной системы.

8 этап. Укладка пола.

9 этап. Установка декоративной решетки.

10 этап. Установка кровли.

11 этап. Покраска и обработка беседки защитными материалами.

После завершения строительства можно приступать к озеленению объекта. Зелёные насаждения играют исключительную роль в восприятии эстетики пространства. Прежде всего, необходимо принимать во внимание экологическую способность растений противостоять различными экстремальными условиями – засухе, загазованности, запыленности воздуха, воздействию высоких температур в летнее время, и низких температур в зимнее. Для создания устойчивых насаждений к антропогенным факторам среды, необходимо использовать местные и хорошо акклиматизированные виды деревьев и кустарников.

Хоста (*Hosta*©) – это многолетнее травянистое растение семейства Хостовые (*Hostaceae*©) с компактным или коротковетвистым корневищем. Крупные листья хосты – её главное украшение: они отличаются по форме, размерам и цветам в зависимости от сорта хосты. Цветоносы высокие до 100 см. Высота хосты в среднем – 50-80 см. Родина – Япония, Корея и Китай. Хосту предпочитают за неприхотливость и универсальность: хоста красива, холодостойка, засухоустойчива, растет на свету и в тени и отлично дополняет другие растения [2].

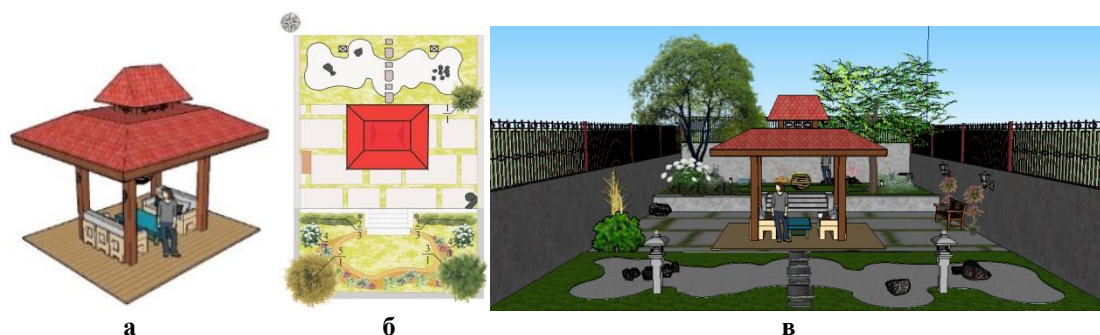


Рисунок 1 – Беседка:

а) 3D модель беседки; б) генеральный план; в) видовая точка

Для озеленения части двора были выбраны наиболее устойчивые и декоративные сорта ('Blue Cadet', 'Golden Tiara', 'Knock Out', 'Night dido Christmas', 'Patriot', 'Revolution', 'Stripteas', 'Wide Brim'.) хост из коллекции ботанического сада – института ПГТУ.

Таблица 1

Ведомость ассортимента

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Высота, м.	Гр. роста	Отношение к		
					Свету	Влаге	Почве
1	Сосна горная 'Хампи'/ <i>Pinus mugo 'Humpty'</i>	1	0,3	Медл. рост	Св.	Мез	Мез
2	Можжевельник горизонтальный / <i>Juniperus horizontalis</i>	6	0,3	Медл. рост	Св.	Мез	Мез
3	Вяз Давида/ <i>Ulmus davidiana</i>	1	15	Быст. рост	Тв.	Мез	Мез
4	Гортензия древовидная 'Аннабель'/ <i>Hudrangea arborescens 'Anabelle'</i>	3	2,5	Быст. рост	Св.	Мез	Мез
5	Клён остролистный/ <i>Acer platanoides</i>	1	15	Ум. роста	Тв.	Мез	Мега

Выводы

Был разработан авторский проект малого сада в японском стиле с сортами хосты гибридной. В дизайн эскизе есть все и фрагмент среды, беседка, тематический цветник. Разработаны детальные рабочие чертежи, подобраны размеры малой архитектурной формы, материалы, описана технология её создания. Для цветочного оформления выбраны наиболее декоративные и устойчивые сорта хосты.

Библиографический список

1. Згурская М.П. «Китайский и Японский сад»//Издательство «ФОЛИО». 2008. ,с. 4
2. Инга Образцова «Царица тени»/"Ландшафтный дизайн" Издательство «ЗМС МЕДИА» - 2009 г. - №6, с. 1
3. Кузнецова Н.В. «Хосты в дизайне вашего сада»//Издательство «Олма Медиа Групп». 2011. , с 10
4. Теодоронский В. С. «Садово-парковое строительство» – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 336 с.

© Иванова Е. Г., 2021

УДК 631.4

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ КАРТЫ ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОЙ ФОТОКАМЕРЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Д. А. Жулидова

Научный руководитель – Н. П. Кириллова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет Почвоведения
Российская Федерация, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12

E-mail: Julidova-Dasha@yandex.ru

В данной работе представлены процедура калибровки цифровой фотокамеры и разработанный протокол полевого эксперимента. Автором получены серии колориметрически точных изображений влажных почв и на их основе создана трехмерная оптическая карта почвы.

Ключевые слова: цифровая почвенная морфометрия, естественное освещение, цвет почв, мозаичный почвенный профиль.

CREATING A THREE-DIMENSIONAL OPTICAL MAP OF THE SOIL USING A DIGITAL CAMERA IN A FIELD EXPERIMENT

D. A. Zhulidova

Scientific supervisor – N. P. Kirillova

Lomonosov Moscow State University, Soil Department
Leninskie Gory, 119991, Moscow, Russian Federation, Russia

E-mail: Julidova-Dasha@yandex.ru

This paper presents the procedure for calibrating a digital camera and the developed protocol of a field experiment. The author obtained a series of colorimetrically accurate images of wet soils and based on them created a three-dimensional optical map of the soil.

Key words: digital soil morphometrics, natural lightness, soil moisture, soil color, mosaic soil profile.

Изучение цвета сухих и влажных почв важно для классификации и диагностики почв. Цифровая морфометрия почвы включает в себя применение инструментов и методов, которые позволяют измерять и количественно определять характеристики профиля почвы, а также получать непрерывные функции их изменения с глубиной [1, 2, 3].

Разница в цвете почвы может быть использована в качестве основного компонента, который дифференцирует горизонты почвы. Этот подход называется оптическим картированием и успешно применяется в медицине. Органические ткани окрашивают флуоресцентными красителями [4]. В результате математической обработки серий срезов ткани создается трёхмерная модель объекта. При отсутствии специального освещения вместо флуоресцентных можно использовать натуральные почвенные красители, в основном это гуминовые вещества и соединения железа [1].

Высокое разрешение цифровой фотографии позволяет оценить цвет почвы. Основное условие использования цифровой фотокамеры – её колориметрическая калибровка. Для получения колориметрически точных изображений влажных почв разработана процедура калибровки цифровой фотокамеры. В процессе полевого эксперимента получены колориметрически точные изображения образцов почв с различной текстурой, цветовыми характеристиками и содержанием влаги в диапазоне 5 – 40 % с использованием внутренней шкалы. Сконструирован и применен инструмент для отбора проб с ненарушенной поверхностью почвы. Цифровой камерой, откалиброванной по внутреннему стандарту,

отсняты одиннадцать срезов почвы и синхронизированы по цвету в системе CIELAB. В программе SAGA GIS созданы автоматизированные процедуры обработки двухмерных изображений почвы. Это позволило учесть вариабельность цвета в почвенном разрезе. В результате построена трехмерная модель распределения горизонтов дерново-подзолистой почвы по данным, которые получены в полевом эксперименте при естественной влажности.

Библиографический список

1. Кириллова Н.П. Использование цветовой характеристики почв в системе CIELAB для оценки миграции соединений железа в геохимических сопряжённых ландшафтах//МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва//Вестник Московского университета. Почвоведение. 2016
2. Кириллова Н.П., Силёва Т.М. Анализ цвета почв с использованием цифровой фотокамеры//Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. - 2017. - N 1. - С.16-22.
3. Кириллова Н.П., «Комплексный подход к почвенной картографии на основе цифровой морфометрии и комбинаторного анализа», Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук 2018
4. Cathey B., Obaid S., Zolotarev A.M., Pryamonosov R.A., Syunyaev R.A., George S.A. & Efimov I.R. Open-Source Multiparametric Optocardiography//Scientific Reports. 2019. 9:721. doi:10.1038/s41598-018-36809-y

©Жулидова Д. А., 2021

УДК 712:004.9

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЛАНДШАФТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

С. О. Григорьева

Научный руководитель – М. В. Репях

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

E-mail: gsnezhana97@mail.ru

В статье приводится значимость знаний современных методов и инструментов при правильном проектировании объектов ландшафтной архитектуры. Рассматриваются наиболее часто используемые графические компьютерные программы при выполнении проектов студентами направления «Ландшафтная архитектура». Приведены примеры индивидуальных работ с использованием пакетов AutoCAD и Наш Сад Рубин 9.0.

Ключевые слова: ландшафтное проектирование, ландшафтный архитектор, компьютерное моделирование, чертеж, визуализация

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FIELD LANDSCAPE DESIGN

S. O. Grigor'eva

Scientific supervisor – M. V. Repyah

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology 31, Krasnoyarsky Rabochy Av.,
Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: gsnezhana97@mail.ru

The article describes the importance of knowledge of modern methods and tools for the correct design of objects of landscape architecture. The article deals with the most frequently used graphic computer programs in the implementation of projects by students of the "Landscape architecture" direction. Examples of individual work using the AutoCAD and Our Garden Rubin 9.0 packages are given.

Keywords: landscape design, landscape architect, computer modeling, drawing, visualization

Ландшафтное проектирование охватывает целый комплекс задач и вопросов по созданию благоприятной функционально-пространственной среды жизнедеятельности человека, в том числе по обустройству ландшафта через проекты формирования всех его составляющих элементов в одно целое, а также его общего эстетического обогащения [4]. Ландшафтный архитектор должен разработать объемно-пространственную организацию территории, объединив при этом природные и искусственные компоненты в единую художественную композицию [3].

Знания современных методов и инструментов является самым важным аспектом при правильном проектировании объектов ландшафтной архитектуры.

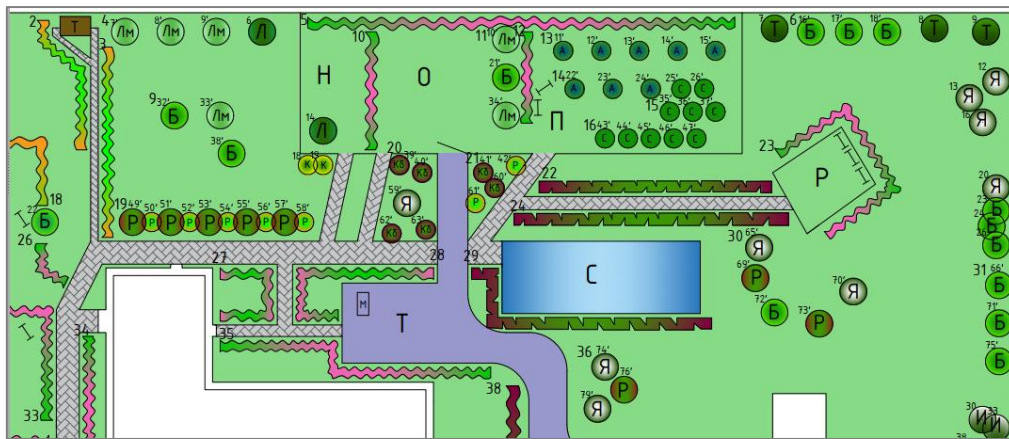
В современном обществе процесс проектирования информационных систем беспрерывно прогрессирует и совершенствуется. Каждый заинтересованный в своем профессиональном росте архитектор, конструктор, дизайнер встречается с необходимостью освоения различных программ компьютерного моделирования, которые способствуют эстетическому воспитанию специалиста и развивает художественный вкус. Мастерство

проектировщика определяется его способностями воплощать свои творческие идеи в реальные проекты.

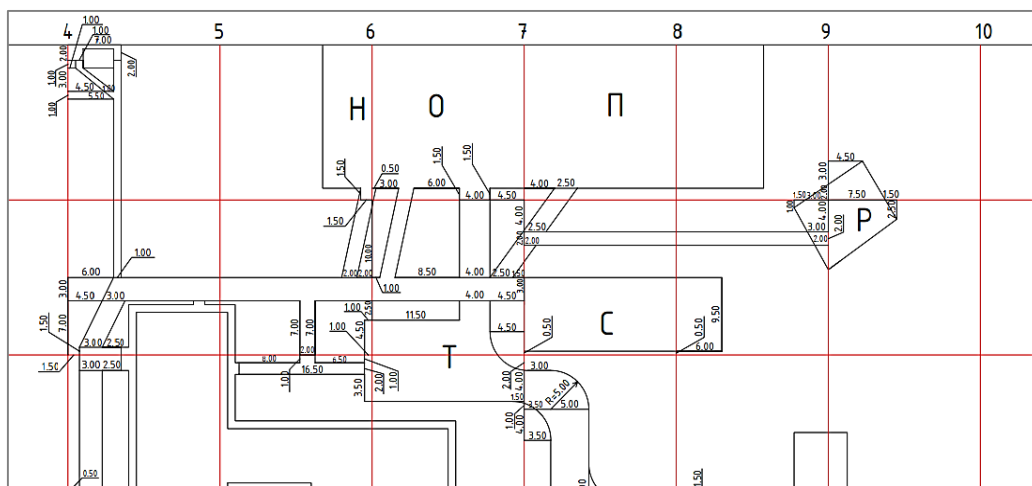
На сегодняшний день, как показывает практика, компьютерное моделирование в ландшафтном проектировании осуществляется с применением надежных программ, в частности, системы AutoCAD [1].

Данная программа обладает мощной графической платформой, что в совершенстве подходит для создания чертежей. Специально разработанный модуль PAPER SPACE позволяет выбирать, формировать и масштабировать созданные графические данные при выводе на печать, а также обеспечивать их нужными надписями и обозначениями.

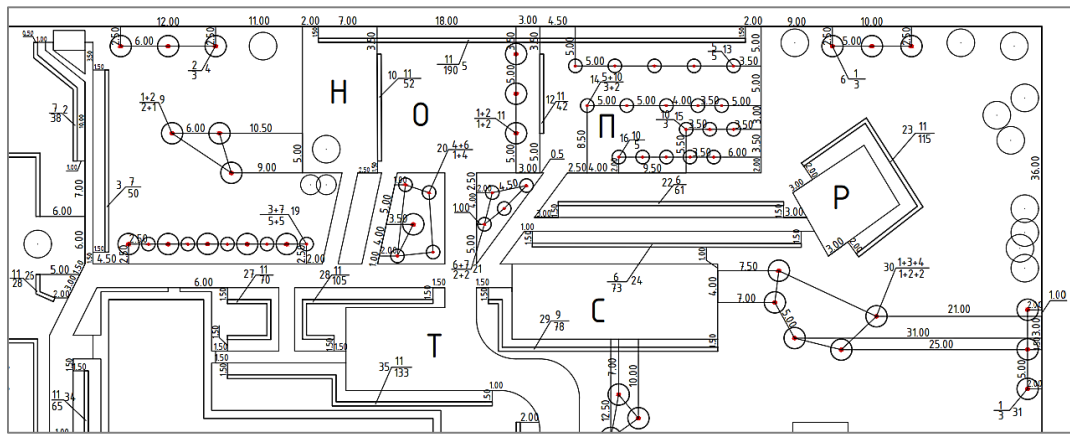
При помощи Менеджера Слоев осуществляется послойный ввод информации, что делает более простым размещение, обработку графических данных на чертеже и вместе с тем существенно упрощает разработку эскизов, в случаях предоставления нескольких вариантов проектных решений по одному объекту. Огромная цветовая палитра, целый ряд вариантов штриховки дает право создавать информационно наполненные чертежи с бесконечным редактированием (рисунок 1).



а



б



в

Рисунок 1 – Проект озеленения школьной территории в AutoCAD (фрагмент):

а – генеральный план; б – разбивочный чертеж; в – посадочный чертеж

Также ландшафтный архитектор сталкивается с непростым выбором программы 3D-моделирования. Существует множество программ по визуализации ландшафтного дизайна: Garden Planner, X-Designer, Realtime Landscaping Architect, SketchUp и другие. Предлагаем остановить свой взгляд на наиболее доступном 3-D редакторе Наш Сад Рубин 9.0.

Цель данного графического редактора направлена на ландшафтное проектирование и дизайн садовых участков, используя различные трехмерные модели объектов (рисунок 2). Программа позволяет спроектировать участок по установленным размерам, рельефом, а также разместить на плане здания и сооружения, заборы и подпорные стенки, дорожно-тропиночное покрытие, водоемы, малые архитектурные формы и требуемое озеленение.

Наш Сад Рубин 9.0 обеспечен полной информацией о более чем 15000 растений. Можно отфильтровать растения по зоне и месту произрастания, жизненной форме, времени цветения, цвету, размерам, по требовательности к почве, свету, влаги и другим параметрам.

В 3-D редакторе также предусмотрена возможность просмотра проекта в разное время года или спустя несколько лет [2].



а



б

Рисунок 2 – Проект приусадебного участка в Наш Сад Рубин 9.0 (3х-мерная графика):

а – вид сверху; б – визуализация

Программы компьютерного моделирования позволяют не только быстро и качественно выполнять разработку проектов, но и повысить процесс творчества на достаточно высокий уровень. Благодаря своей универсальности и масштабным инструментальным средствам по обработки графической информации 3D технологии с большим успехом применяются при создании объектов городского озеленения, скверов, парков, садов, приусадебных участков любой сложности рельефа и являются своего рода стандартом в области ландшафтного проектирования.

Библиографический список

1. Жарков, Н. В. AutoCAD 2016 : руководство / Н. В. Жарков, М. В. Финков, Р. Г. Прокди. – Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2016. – 624 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/69614> (дата обращения: 20.04.2021).
2. Петрова, С.С. Инженерная и компьютерная графика : учебно-методическое пособие / С. С. Петрова ; М-во сельского хозяйства Российской Федерации, Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – 115 с.
3. Полякова, О. М. Ландшафтное проектирование : учебно-методическое пособие / О. М. Полякова. – Тольятти : ТГУ, 2020. – 55 с. – ISBN 978-5-8259-1504-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157028> (дата обращения: 20.04.2021).
4. Сокольская, О. Б. Ландшафтная архитектура. Проектирование : учебное пособие для спо / О. Б. Сокольская, А. А. Вергунова. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. 276 с. – ISBN 978-5-8114-6665-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162366> (дата обращения: 20.04.2021).

© Григорьева С. О., Репях М. В., 2021

УДК 712.7

ТЕНЕВОЙ НАВЕС В ДЕТСКОМ САДУ

К. Е. Французова

Научный руководитель – Ю. В. Граница
Поволжский государственный технологический университет
Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
frantsuzova-kristina@mail.ru

Теневой навес является неотъемлемой частью детского сада. Достаточно свободное пространство должно создавать комфортную и уютную зону отдыха для детей. Конструкция паркового сооружения, должна быть изготовлена из материалов, не оказывающих вредного воздействия на человека, а также быть прочной, удобной и защищать от палящего солнца и влияния различных погодных условий.

Ключевые слова: теневой навес, дошкольные образовательные учреждения, парковое сооружение, конструкция.

SHADOW CANOPY IN KINDERGARTEN

K. E. Frantsuzova

Scientific supervisor – Y. V. Granitsa
Volga State University of Technology
3, Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
frantsuzova-kristina@mail.ru

The shade canopy is an integral part of the kindergarten. Sufficient free space should create a comfortable and cozy sitting area for children. The design of the park structure must be made of materials that do not have a harmful effect on humans, as well as be durable, comfortable and protect from the scorching sun and the influence of various weather conditions.

Key words: shadow canopy, preschool educational institutions, park structure, construction.

Цель работы: разработка проекта теневого навеса, следующему идее сказочного замка и соответствующего стилю детского сада, расположенного в микрорайоне «Молодежный» в городе Йошкар-Оле.

Задачи: поиск идей, дизайн, материалы, конструктивное решение, видовая точка.

Теневые навесы для дошкольных образовательных учреждений (ДОУ) являются важным и необходимым элементом, который позволяет полноценно функционировать детскому саду [3].

Они предназначены для того, чтобы снизить зависимость от погодных условий. Дети должны каждый день прогуливаться, проводя на свежем воздухе не менее 3-4 часов. Данные сооружения создают удобство для работы воспитателей. Когда дети собраны в одном месте за ними легче следить, с другой стороны, теневые навесы могут служить местом для проведения различных мероприятий, игр.

Теневой навес спроектирован в виде мини замка, за основу которого была взята идея сказочного дворца (рисунок 1). Боковые стороны полукруглые, что делает их похожими на донжоны с остроконечной крышей. Конструкцию венчает декоративная панель с изображением башенок. Общий вид очень притягательный и даст детям большой повод помечтать. Для придания интересного облика, было решено придумать веселый игровой сюжет, в который будут входить небольшие сцены из детских мультипликационных фильмов.

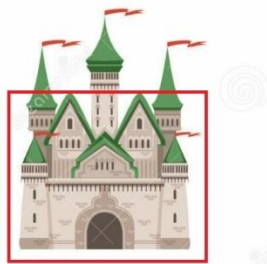


Рисунок 1 – Поиск идей навеса

[<https://thehungryjpeg.com/product/3475335-fairytale-old-medieval-castles-or-palaces-with-towers>]

Конструкция паркового сооружения

Основные чертежи и главные конструктивные узлы строились в программе CorelDRAW 2018. Материал сооружения – кирпич, дерево, металл. Размеры сооружения - 4500×13600×5350 мм.

В начале работ проводилась разбивка места под сооружение.

При строительстве навеса был выбран ленточный фундамент. Он представляет собой сплошную бетонную ленту определенной глубины и ширины, установленный по периферии сооружения и несущим стенам (рисунок 2 – а, б).

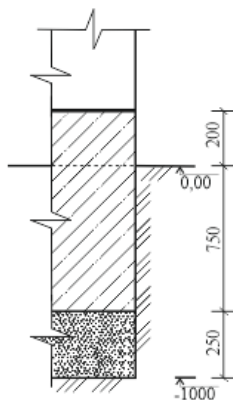


Рисунок 2 – Конструкция фундамента (авторская разработка)

Данный вид фундамента является наиболее подходящим для конструкций тяжелого типа.

Основной каркас навеса выполнен из облицовочного кирпича кладкой в 1,5 кирпича (380 мм). Данный материал, благодаря природным компонентам в составе, очень экологичен и имеет целый спектр достоинств. Цвет кирпича – желтый, красный. Данная цветовая гамма была выбрана, основываясь на цветах здания детского сада территории проектирования. Центральная часть навеса квадратная и имеет скос в 10°. Боковые части имеют форму полукруга.

Теневой навес детского сада включает 2 вида конструкции крыши – односкатная и коническая. Конической формы крыша будет служить олицетворением башен и находится по сторонам сооружения. Строение крыши включает гидроизоляцию. В качестве покрытия крыши использовался цветной профнастил С20 вида (рисунок 3). В зависимости от разных детских групп, а также сюжета игровых элементов, цвета крыш навеса будет меняться (пр. зеленая, красная, синяя).

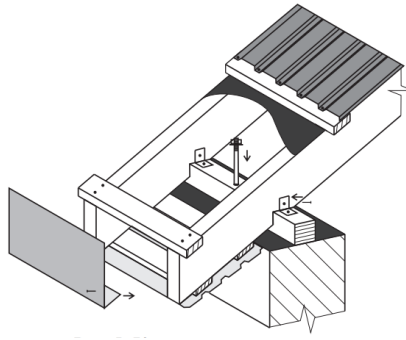


Рисунок 3 - Конструкция и отделка крыши (авторская разработка)

В качестве покрытия пола использовалась террасная доска из лиственницы. Доски ложились поперек фундамента и закреплялись антикоррозионными шурупами.

Благодаря натуральной древесине, отделку из террасной доски можно отнести к экологически чистому и безопасному материалу. Ее достоинства: прочность, долговечность, влагостойкость, устойчивость к внешним факторам, простота в уходе. Еще одним важным фактором является то, что поверхность досок не скользит и вероятность получения занозы практически отсутствует, что очень важно в данном проекте навеса, ведь он рассчитан на маленьких детей дошкольного возраста. Дерево покрывалось маслом для дерева – Valtti Terrace oil.

Внутренний потолок навеса был обшит сосновой вагонкой. Данный отделочный материал является полностью натуральным и экологически чистым. Дерево прекрасно пропускает воздух, что не способствует отсыреванию. Масло для вагонки использовалось льняное. Оно экологически чистое, доступное и абсолютно безопасное для людей и детей в частности.

За основу декоративных элементов (окна, центральные башенки (рисунок 4), сцены из мультфильмов (рисунок 5)) были взяты пластиковые панели ПВХ. На них была произведена печать широкоформатных изображений, которая достаточно востребована в оформительском дизайне, с применением УФ технологий [1]. Крепление происходило непосредственно к стене дюпелями гвоздями.

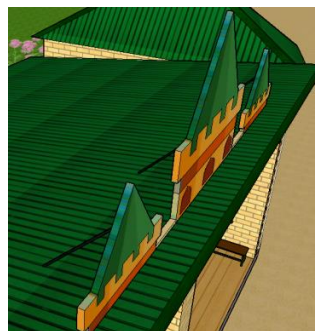


Рисунок 4 - Центральные декоративные башенки (авторская разработка)

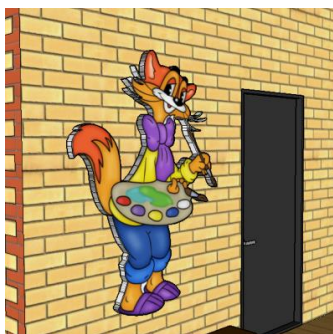


Рисунок 5 – Декоративный элемент из панелей ПВХ с изображением сцены из мультфильма

Последним этапом идет установка металлических дверей, которые идут в боковые помещения под детский игровой инвентарь, расстановкой детских скамеек и установка декоративной панели на крыше сооружения.

Металлические двери прочные и будут закрываться на ключ, для предотвращения хищения детского инвентаря.

Детские скамейки поставляются полностью в сборке. Сидения – ламинированная водостойкая фанера, относящаяся к экологически чистому природному материалу.

В ходе работы над конструкцией навеса была составлена таблица спецификации материалов сооружения, которая включает все элементы сборки данного объекта, их количество, размеры, крепления и примечания к ним.

В процессе проектной работы над теньвым навесом были созданы основные чертежи с видами: сверху, сбоку, спереди (рисунок 6 – а, б, в).

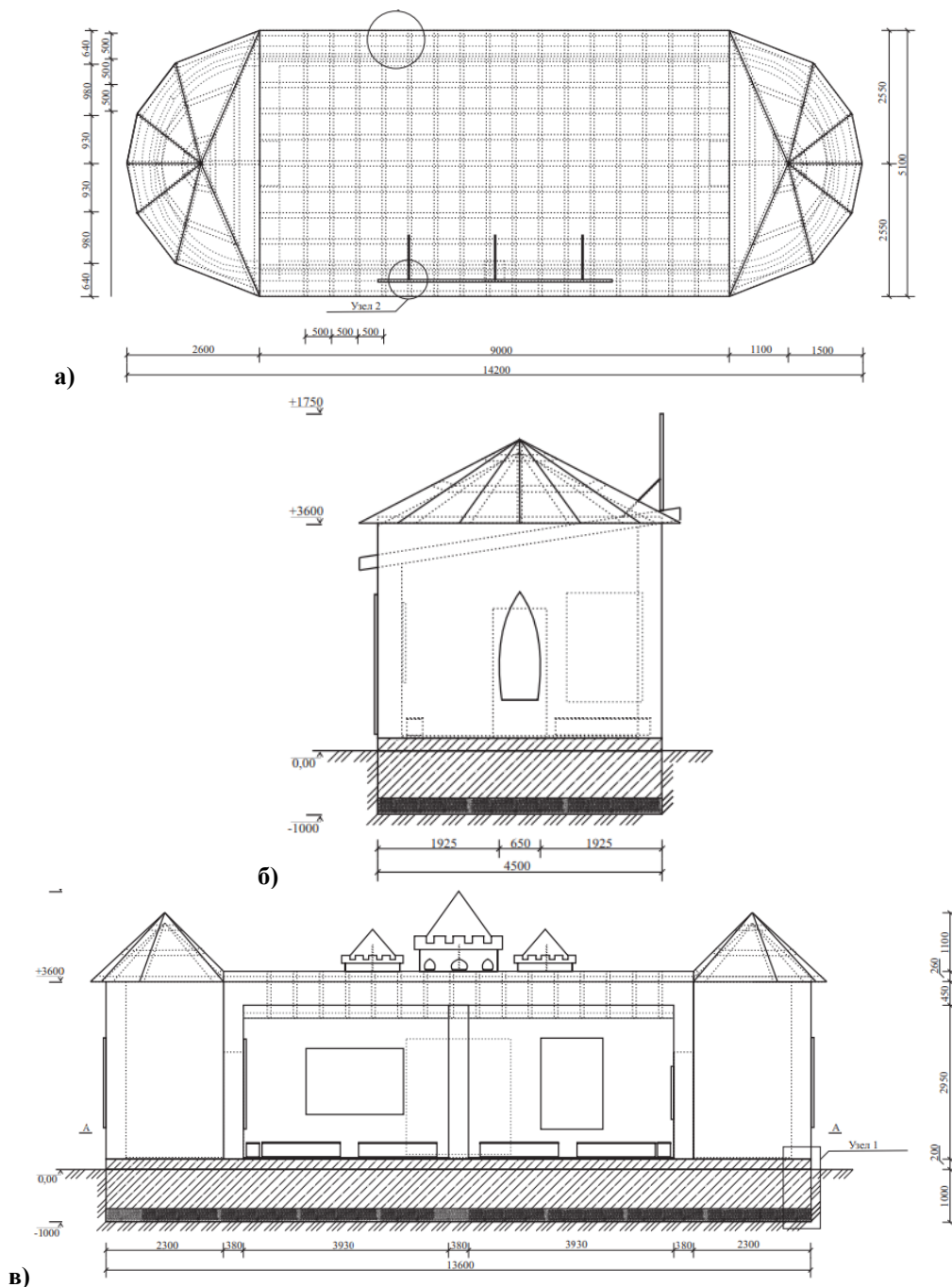


Рисунок 6 – Основные чертежи:
а – вид сверху, б – вид сбоку, в – вид спереди

На основе основных чертежей была построена 3D модель теневого навеса (рисунок 7)



Рисунок 7 – Видовые точки теневого навеса

Данная 3D программа для моделирования была выбрана за удобный интерфейс и достаточно легкое освоение инструментов. Имея даже небольшой опыт работы в ней, можно достаточно быстро сконструировать определенный объект, а большая и бесплатная база плагинов и моделей позволит добавить интересных элементов в общую картину. Еще одним большим плюсом данной программы является то, что она имеет бесплатную версию, следовательно, пользоваться ей могут все желающие.

Закключение: В результате проектирования данного навеса были созданы хорошие условия для времяпрепровождения детей и воспитателей на территории детского сада. Навес практически полностью выполнен из экологических материалов, что является очень важным фактором в проектировании элементов для детей.

Библиографический список

1. ПринтГрупп [Электронный ресурс]: материал с интернета. – Режим доступа: <https://printplastik.ru/uf-pechat-na-sendvich-panelyah-pvh/>, свободный. – Загл. с экрана;
2. СНиП II-Л.3-71 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования»;
3. Теневые навесы [Электронный ресурс]: материал с интернета. – Режим доступа: <https://xn--63-vlch8au.xn--p1ai/blog/staty/tenevye-navesy>, свободный. – Загл. с экрана.

© Французова К. Е., 2021

УДК 502.3-504.75(630.181)

НОРМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ЗАЩИТНЫЕ ЗЕЛЁНЫЕ ЗОНЫ ГОРОДОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. В. Потапова

Иркутский государственный университет
Российская Федерация, 664003 г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1
e.v.potapova.isu@mail.ru

Обеспеченность населения насаждениями общего пользования и наличие защитной зелёной зоны, окружающей город – это основные критерии жизнеспособности городов в контексте озеленения. Их изучение, для некоторых городов Иркутской области показали проблемы наличия, содержания и определения статуса.

Ключевые слова: озеленение, защитные зоны, экосистемные услуги, проблемы содержания.

LANDSCAPING REGULATIONS AND PROTECTIVE GREEN ZONES IN THE CITIES OF THE IRKUTSK REGION

E. V. Potapova

Irkutsk State University
Russian Federation, 664003 Irkutsk, st. Karl Marx, 1
e.v.potapova.isu@mail.ru

The provision of the population with public plantings and the presence of a protective green zone surrounding the city are the main criteria for the viability of cities in the context of greening. Their study for some cities of the Irkutsk region showed the problems of their presence, content and status determination.

Keywords: Landscaping, protection zones, ecosystem services, maintenance problems

Жизнеспособность городов, как способность продолжать функционировать при любых экономических, социальных и экологических потрясениях, в том числе катастрофических, определяется целым рядом показателей [1]. В отношении озеленения и насаждений, лидирующее место занимают два – обеспеченность населения насаждениями общего пользования (норма озеленения) и наличие защитной зелёной зоны, ооконтуривающей город. Оба эти показателя теоретически должны быть заложены в городскую структуру ещё до её создания и развиваться вместе с населённым пунктом, преимущественно в сторону увеличения. Правильное планирование всей системы озеленения населённого пункта может обеспечить решение целого ряда экологических, экономических и социальных задач муниципальных образований и быть частью менеджмента риска и безопасности. Экосистемные услуги, предоставляемые объектами озеленения вполне сопоставимы с таковыми, природных участков, а для некоторой части населения, особенно маломобильного и малообеспеченного, это единственная возможность получения таких услуг. Всё это указывает на высокую теоретическую, практическую и социальную значимость исследования обеспеченности насаждениями и наличия защитной зелёной зоны у города.

Государственное нормирование количества, состояния, размещения насаждений и объектов озеленения города осуществляется в зависимости от его площади, численности населения, климатической, лесорастительной зоны и наличия промышленных объектов, особенно 1 класса опасности. Учитывается сейсмичность района. Значение имеют и общемировые тенденции по усилению жизнеспособности и безопасности городов с целью их

устойчивого развития. Так обеспеченность населения городов насаждениями, преимущественно деревьями и кустарниками, рекомендуется (по программе ВОЗ «Здоровые города») увеличить до 50 м² на 1 человека [2]. Нормы обеспеченности насаждениями в России зависят от размеров города, определяемого по численности населения, были заложены ещё в Советском Союзе, не изменялись на законодательном уровне и учитывают совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений на определенной территории.

При выполнении этой научной работы использовался целый комплекс практических и теоретических методов. Были предложены и апробированы авторские методы. Полевые обследования защитных зелёных зон городов и их озеленённых территорий в рамках проведены для Шелехова, Байкальска, Слюдянки, город Зима был изучен в 2010-2015 гг. Алзамай, Бирюсинск, Вихоревка, Киренск, Свирск, Тайшет, Усть-Кут изучались по спутниковым снимкам, в режиме просмотра улиц и по опросам жителей. Проанализировано более 30 нормативно-правовых актов федерального, регионального и местного значения, связанных с вопросом исследования. Изучены доступные материалы из открытых (свободного доступа) источников (материалы на сайтах администраций соответствующих городов, генеральные планы, планы развития и благоустройства, региональные и местные законодательные нормы, карты, спутниковые снимки и др.) по 11 городам Иркутской области. Основными методами были приняты – визуальная оценка (для определения объектов и доли лесных насаждений в границах рассчитанной площади защитной зелёной зоны, проективного покрытия деревьями и кустарниками объектов озеленения), анализ (для сопоставления материалов Генерального планирования и полученных материалов визуальной оценки и законов различного уровня), расчётный для площади защитной зелёной зоны

По определению, норма озеленения населённого пункта, которая и составляет обеспеченность жителей насаждениями – это площадь озеленённых территорий общего пользования, в квадратных метрах, приходящаяся на одного жителя [3].

Анализ данных сайтов администраций городов и их Генеральных планов показывает, что объективной и достаточно полной информации по числу и площади объектов озеленения общего пользования в них не содержится. Представлена лишь разрозненные материалы по общей площади и обеспеченности. Обычно в расчёт принимаются насаждения в границах водоохранных зон, автомобильных и железных дорог и даже кладбищ, а также участки лесов на границах городов, не оборудованных и не учтённых как объекты общего пользования. Анализ собранных материалов показывает, что объектов озеленения общего пользования в изученных городах Иркутской области, катастрофически не хватает. Были учтены не только парки и скверы, но и участки самозарастания и остатки лесов среди жилой застройки и тем не менее их количество – единичное. Условно обеспеченными насаждениями можно считать жителей Шелехова, Свирска, Вихоревки и Алзамай (таблица 1).

Таблица 1

Оценка количества и занимаемой площади объектами озеленения общего пользования и обеспеченность насаждениями

Город	Объекты озеленения общего пользования		
	штук	площадь, м ²	обеспеченность, м ² /на 1чел.
Алзамай	1	56000	9,74
Байкальск	3	101781	8,12
Бирюсинск	3	40000	4,75
Вихоревка	5	336027	16,3
Зима	1	28160	0,9
Киренск	2	21525	1,95
Свирск	2	115375	9,05
Слюдянка	4	74136	4,07
Тайшет	3	89276	2,73
Усть-Кут	3	13000	0,29
Шелехов	8	529076	10,9

Защитные зеленые зоны городов должны быть расположены за пределами границы города, выделены на землях государственного лесного фонда, с учетом площадей зон санитарной охраны источников водоснабжения, округов санитарной охраны курортов, защитных полос вдоль железных и автомобильных дорог, а также запретных полос леса, защищающих нерестилища ценных промысловых рыб, особо ценных лесных массивов, противозрозионных лесов, лесоплодовых насаждений и лесоорехопромысловых зон. В них рекомендуется различать по целевому назначению – лесопарковую и лесохозяйственные части, но так как даже само выделение защитных зелёных зон официально не осуществлено, разделение их на части в рамках этого исследования нецелесообразно.

Для городов, где отсутствуют естественные леса и другие зеленые насаждения, леса зеленых зон создаются искусственным путем на землях, непригодных для сельского хозяйства [4, 5].

Согласно Лесному кодексу РФ, статья 56, леса зеленых зон поселений и хозяйственных объектов относятся к лесам первой группы, основным назначением которых является выполнение водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных, иных функций.

В материалах «Лесного плана Иркутской области на 2009–2018 годы. Книга 1 «Характеристика состояния лесов и их использования» указано:

- Зелёные зоны в соответствии с Федеральным законом от 4 декабря 2006 года № 201-ФЗ «О введении в действие Лесного кодекса Российской Федерации» и постановлением Правительства Российской Федерации от 14 декабря 2009 года №1007 «Об утверждении положения об определении функциональных зон в лесопарковых зонах, площади и границ лесопарковых зон, зелёных зон» к лесам категории «зелёные зоны» отнесены леса бывшей категории защитности – лесохозяйственная часть лесов зелёных зон. Леса этой категории защитных лесов устанавливаются в целях обеспечения защиты населения от неблагоприятных природных и техногенных воздействий, сохранения и оздоровления окружающей среды. На 1 января 2015 года общая площадь зелёных зон на землях лесного фонда составляет 500,0 тыс. га.

Но определение границ расположения защитных зон вокруг городов Иркутской области не произошло. Публичная кадастровая карта также не содержит информации об участках вокруг городов, входящих в защитную зону. Принадлежность значительной части земель вокруг большинства городов также пока не отмечены на Публичной кадастровой карте.

В рамках конкретного исследования была изучена часть лесов, прилегающих к границе городов, без разделения на лесохозяйственные и лесопарковые зоны. Для этого, во-первых, рассчитана необходимая площадь защитных зелёных этих зон, во-вторых, отмечена на картах-схемах их граница и, в-третьих, указана занятость территории в отмеченных границах.

Приказом МПР России от 18 августа 2014 года № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (в ред. от 21 марта 2016 года № 83) Иркутская область поделена на 3 лесорастительные зоны. Исследуемые города расположены в таёжной и лесостепной, степной лесорастительных зонах.

Для определения лесистости использовались материалы Лесного плана Иркутской области на 2009–2018 и 2019–2028 гг. и карты из «Атлас. Иркутская область: экологические условия развития». Большая часть городов расположены в таёжной лесорастительной зоне. Из представленных в отчёте только Зима и Свирск находятся в лесостепной и степной. Размеры общей площади зеленых зон городов должны устанавливаться в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

**Общая площадь зеленых зон городов в га/1000 чел. для таёжной и лесостепной и степной
лесорастительной зоны**

Лесорастительная зона	Лесистость, %	Города с населением, тыс. человек					
		Св. 500 до 1000	Св. 250 до 500	Св. 100 до 250	Св. 50 до 100	Св. 12 до 50	До 12
Тасжная	Св. 25	190	155	120	100	70	55
	20 - 25 включ.	150	120	95	80	55	45
	15 - 20	120	100	75	65	45	35
	15	85	70	50	45	30	25
Лесостепная и степная	Св. 15	160	130	100	85	60	45
	10 - 15 включ.	110	90	70	60	40	30
	5 – 10	70	55	45	35	25	20
	3 – 5	40	30	25	20	14	11
	3	25	20	16	14	9	7

Площадь защитной зелёной зоны городов рассчитывается в зависимости от численности населения (таблица 3), поэтому необходимо учитывать возможность изменения её размера на перспективу.

Таблица 3

Площадь защитной зелёной зоны

Город	Общая площадь зеленых зон городов, на 1000 чел.	Численность населения, чел	Площадь защитной зелёной зоны
Алзамай	55	5749	316,2
Байкальск	70	12534	877,4
Бирюсинск	55	8416	462,9
Вихоревка	70	20833	1458,3
Зима	60	30515	1830,9
Киренск	55	11048	607,7
Свирск	60	12750	765,0
Слюдянка	70	18213	1274,9
Тайшет	70	32671	2286,9
Усть-Кут	70	45555	3188,9
Шелехов	70	48423	3389,6

Анализ структурного состояния защитной зелёной зоны показывает, что в её границах у г. Усть-Кут леса занимают практически всю площадь, остался вопрос их принадлежности к землям лесного фонда, не стоит упускать из внимания вопрос корректировки границ самого населённого пункта. Для городов Слюдянка и Байкальск необходимо уточнение по вопросу водоохранной зоны оз. Байкал, но фактически, зона, за исключением одного направления покрыта лесом. Для Алзама, Киренска и Тайшета необходимо незначительное расширение границы, для последнего по причине попадания в границы водных объектов. Для Зимы и Свирска задачу организации защитной зелёной зоны можно решить лишь её созданием при помощи искусственных посадок. Для Вихоревки и Бирюсинска необходимо либо значительное расширение, либо комплексный подход к вопросу. Задачу состояния и границ защитной зелёной зоны г. Шелехова нужно решать совокупно с таковой г. Иркутска других окружающих населённых пунктов. Ориентация защитной зеленой зоны городов на выполнение не только рекреационных, но и санитарно-гигиенических, средоформирующих и экологических буферных функций предъявляет повышенные требования к назначению её границ, площади и размерам.

В Генеральном плане г. Тайшет, глава 4.2.1, отмечено: «Современный сибирский город представляет собой дымящее углекислотой и выхлопными газами теплое пятно среди лесов и сельхозполей». Чтобы такая картина не стала действительной реальностью необходимо принятие мер по обеспечению выделения, учёта, защиты и контроля состояния как защитных

зелёных зон, так и объектов общего пользования. Зеленые насаждения: бесценный ресурс для охраны здоровья городского населения. По мнению ВОЗ и программы ООН-Хабитат: «Озеленение города – это одна из важнейших инвестиций, которые местные органы власти могут сделать от имени граждан и для повышения их благополучия».

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области в рамках научного проекта №20-45-380032.

Библиографический список

1. ООН-Хабитат [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://www.un.org/ru/ga/habitat/>
2. ВОЗ «Здоровые города» [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/environment-and-health/urban-health/who-european-healthy-cities-network>
3. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*» [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/14465/>
4. ГОСТ 17.5.3.01-78 Охрана природы. Земли. Состав и размер зеленых зон городов [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://gostinform.ru/razdel-oks-13-080/gost-17-5-3-01-78-obj5678.html>
5. ГОСТ 17.6.3.01-78 Охрана природы. Флора. Охрана и рациональное использование лесов зеленых зон городов. Общие требования [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200012807>

© Потапова Е. В., 2021

УДК 721.021.23

3D ТЕХНОЛОГИИ В ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

С. А. Ярутин, Е. В. Статова

Научный руководитель – В. М. Трофимов

Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация,
350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2;
yarutinsa@yandex.ru

В данной статье описана роль 3D-технологии в ландшафтном строительстве, также рассказаны основные аспекты данного раздела, перечислены преимущества и инновационные методы, относящиеся к 3D-технологиям, используемые в ландшафтном строительстве.

Ключевые слова: 3D-технологии, 3D-моделирование, ландшафтный дизайн, BIM.

3D TECHNOLOGIES IN ARCHETICURE AND DESIGN

S. A. Yarutin, E. V. Statova

Scientific supervisor - V. M. Trofimov

Kuban State Technological University, Russian Federation,
350072, Krasnodar, st. Moscow, 2;
yarutinsa@yandex.ru

This article describes the role of 3D technology in landscape construction, also describes the main aspects of this section, lists the advantages and innovative methods related to 3D technologies used in landscape construction.

Key words: 3D technologies, 3D modeling, landscape design, BIM.

3D – технологии включают в себя включают в себя целый спектр технологий, главным предназначением которых является вывод визуализации с двухмерного пространства, в трехмерное.

Выделяют шесть этапов 3D-моделирования:

- Моделирование участка - в компьютерной программе формируют трехмерную модель территории, задавая ее площадь, расположение границ, рельеф;

- Перенос данных проектной документации - размещение запроектированных объектов: «прокладка» тропинок, дорожек», «посадка» декоративных растений, деревьев, кустарников», «установка» садовой мебели и т.п.

- Работа с текстурами и детализация - для отдельных объектов, если это нужно, дорабатывается конструкция, корректируется размер. Выполняется текстурирование: дизайнер задает характеристики для поверхности каждого объекта.

- Моделирование освещения - дизайнер определяет уровень освещенности днем в солнечную или пасмурную погоду. Он может меняться в зависимости от расположения участка (у леса, в низине, на возвышенности), и зданий на нем.

- Анимация или 3D-тур - может выполняться дополнительно. Она позволяет совершать виртуальную экскурсию по территории, оценивать, как сад выглядит с разных точек.

- Рендеринг это - создание двумерных изображений, «фотографий» по разработанной 3D-модели. Его используют, чтобы у заказчика остались иллюстрации его проекта [1].

Выделим некоторые преимущества 3D моделирования. На конечном этапе мы можем получить наиболее наглядную, детальную и реалистичную визуализацию проекта. Для этого на начальном этапе создается эскиз по требованиям и концепцией заказчика. В итоге заказчик получает 2D-изображения рендер объемной модели или 3D-модель. Иногда рендеринг

оказывается полезным при внесении правок: фотография определенного объекта или вида помогает точно оценить их, понять, что именно нужно изменить.

С конечным продуктом также существует множество других взаимодействий: от представления будущего ландшафта заказчику до дальнейшей проработки функциональности элементов проекта.

Созданная трехмерная модель позволяет оценить архитектурный проект с практической точки зрения, ведь она в точности визуализирует все элементы участка, флору, а также при возможности программного обеспечения-воздействие физических явлений.

Используя 3D-визуализацию легче оценить сочетаемость еще нереализованных элементов проекта, проверить сочетаемость фактуры и цвета. Также только трехмерная визуализация позволяет полностью «видеть» световой дизайн. По чертежам или 2D-иллюстрациям понять, как будет «работать» декоративная и функциональная подсветка, очень трудно.

3D-моделирование является этапом ландшафтного проектирования, где создается трехмерная модель будущего объекта, на которой можно видеть отдельные функциональные зоны, элементы благоустройства, озеленения.

3D-моделирование выгоднее всего использовать для объемных и сложных проектов, требующих заранее оценить планируемое благоустройство, безопасность и функциональность архитектурных объектов, а также озеленение с точки зрения дизайна.

Ландшафтная архитектура - является разделом архитектуры, охватывающий большой спектр сфер жизнедеятельности человека, главной целью которой является достижение баланса между искусственной и естественной средой, создать среду взаимодействия человека с природой без конфликтности между урбанизационными формами и природой. Для достижения данных целей требуется междисциплинарный подход, дабы достичь максимальной эффективности [2].

Развитие 3D-технологий, позволило внедрить новые методы проектирования и моделирования. Особенно сильно увеличилось взаимодействие ландшафтного строительства с 3D технологиями с внедрением BIM (Building Information Model или Modeling - Информационное моделирование зданий).

Информационное моделирование зданий (BIM) — это процесс, основанный на использовании интеллектуальных 3D-моделей. С помощью этой технологии специалисты по архитектуре и строительству могут еще эффективнее планировать, проектировать, строить и эксплуатировать здания и объекты инфраструктуры.

Одним из главных преимуществ работы исключительно с цифровыми моделями рельефа в ландшафтной архитектуре это достижение максимальной точности и эффективности в управлении участком, также обеспечение координации строительства и создание топографической модели сложного рельефа в короткие строки.

Также развитие информационных технологий, в том числе 3D-моделирования, привело к созданию инструментов геодезического проектирования. Данные инструменты могут генерировать планы в масштабе участка для разработки вариантов и анализа их в соответствии с природными условиями и гидрофизическими условиями местности. Дает возможность предписывать размер и расположение предполагаемой застройки в ландшафтном плане местности, также определить материалы, которые будут наиболее предпочтительными в данных условиях [3].

Исходя из сказанного выше, можно сделать вывод, что 3D стал удобным и незаменимым инструментом для ландшафтных архитекторов. Благодаря им стало возможно более детально представить проект еще на этапе планировки, также учесть множества факторов, связанных с ландшафтом окружающей среды.

Библиографический список

1. 3D-моделирование садового участка в ландшафтном проекте [Электронный ресурс] / - Электрон. Журн.- Режим доступа: <https://landimprovement.ru/articles/landscape-architecture/3d-modelirovanie/>
2. An Introduction to Landscape Architecture [Электронный ресурс] / Электрон. дан. -Режим доступа: <https://www.arch2o.com/landscape-architecture-profession/>
3. Design Technologies in Landscape Architecture [Электронный ресурс] / - Электрон. Журн. -Режим доступа: https://www.routledge.com/rsc/downloads/Design_Technologies_in_Landscape_Architecture_FIN_AL.pdf

© Ярутин С. А., Статова Е. В., 2021

УДК 712.422

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА КАМНЕЛОМКОВЫЕ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ В СОЗДАНИИ МАЛОГО САДА

В. М. Дрозд

Научный руководитель – Ю. В. Граница
Поволжский государственный технологический университет
Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, Ленинский проспект, 3
E-mail: 69vitka.vitaminka@bk.ru

В статье представлен фрагмент эскиз-проекта малого сада с использованием для озеленения представителей семейства Камнеломковые. Разработана авторская беседка в китайском стиле.

Ключевые слова: беседка, Китай, генеральный план, фундамент, эскиз, цветник, семейство Камнеломковые.

THE USE OF SPECIES OF THE FAMILY KAMNELOMKOVYE COLLECTIONS OF THE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE PSTU IN THE CREATION OF A SMALL GARDEN

V. M. Drozd

Scientific supervisor – Y. V. Granica
Volga State Technological University
Russian Federation, 424000, Yoshkar-Ola, Leninsky prospect, 3
E-mail: 69vitka.vitaminka@bk.ru

The article presents a fragment of a sketch-project of a small garden using representatives of the Stonefragment family for landscaping. The author's gazebo in the Chinese style has been developed.

Key words: gazebo, China, general plan, foundation, sketch, flower garden, Saxifragaceae family.

Цель работы - разработать проект малого сада.

Задачи:

- спроектировать фрагмент ландшафтной среды для рекреационного отдыха;
- разработать авторскую беседку, подобрать технологию строительства;
- разработать эскиз-проект цветочного оформления, подобрать ассортимент из видов и сортов семейства Камнеломковые.

Сегодня под ландшафтным дизайном подразумевается процесс благоустройства территории, который включает в себя создание садово-парковых насаждений, газонов, строительство и использование специальных архитектурных форм для достижения наилучшего внешнего вида территории, что и является целью данной работы [1].

Беседка - легкое сооружение в саду или парке, с скамейками и столом, предназначенное для отдыха и беседы. Беседки дополняют собой пейзаж и придают ему тот или другой характер. Как и любой проект, все началось с идеи. Китайская беседка – это беседка, выполненная в форме пагоды и имеет декоративное назначение. Камнеломковые (*Saxifragaceae*) – большое и разнообразное семейство. Для большинства из них родиной является Восточная и Центральная Азия [2]. Именно поэтому был подобран образ беседки в китайском стиле.

Главное слово характеризующее культуру Китая - гармония. Она царит во всем [3]. Главная идея заключается в создании сада с философской направленностью. Задумано создание маршрутов, где будет представлена атмосфера спокойствия.

Основная составляющая часть сада – беседка, выполненная в китайском стиле. Важным элементом данной беседки считается, конечно же, крыша. Она имеет вид, причудливо изогнутый наружу [3].

И вот мы дошли до, уже выполненного, генерального плана. Пространство зонировано витиеватыми дорожками из природного камня, крупными растениями и кустарниками. Проект сада выполнен в пейзажном стиле. Центральное положение занимает водоем, как символ спокойствия и мира. Данная беседка рассчитана на компанию до 8 человек. Высота беседки 5,3 м ширина 4,5 м. Ниже на рисунке 1 представлена 3D модель данной беседки.



Рисунок 1 – 3D модель беседки

Основа конструкции состоит из ленточно-свайного фундамента с ростверком. Пол укладывается мощением из тротуарной плитки. В вертикальном положении устанавливаются анкеры для опорных столбов. В брусах высверливаются отверстия под анкеры, затем столбы одеваются на них. На установленные ранее опорные стойки крепят уровень верхней обвязки и монтируется стропильная система шестигранной формы. Выполняются оригинальные загибы с помощью добавления «кобылки». После сборки основного каркаса беседки переходят к ее оформлению. Основанием служит стропильная система, на которую укладывается ориентировано-стружечная плита. Далее укладывается слой гидроизоляции и приступают к монтажу контробрешетки. Далее укладывается сплошная обрешетка. Последним слоем покрытия кровли будет - черепица.

Ниже поэтапно описана методика создания малой архитектурной формы:

1 этап. Поиск идеи. Данный этап проектирования характеризуется детальным изучением темы, а также теории проектирования подобного рода объектов. Рассмотрев и изучив различные варианты сооружений, было принято разработать беседку для сада чайной церемонии. Планировка сада направлена на создание природного, естественного ландшафта.

2 этап. Эскиз. Прорабатываются основные параметры конструкций. На данном шаге продумываются и вычерчиваются в масштабе все конструктивные узлы. Ниже на рисунке 2 представлен эскиз плана малого сада.



Рисунок 2 – Эскиз сада

3 этап. Оформление чертежа. В эскизной технике исполнения вычерчивается в масштабе с указанием размеров, так же вычерчивается фасад, вид сбоку, вид сверху, план пола с указанием размеров.

4. Выбор места проектирования.
5. Подготовка ям и траншей.
6. Армирование и заливка.
7. Установка опорных стоек и верхней обвязки.
8. Установка стропильной системы.
9. Укладка пола.
10. Установка декоративной решетки.
11. Установка кровли.
12. Покраска и обработка беседки защитными материалами.

Зеленые насаждения играют важную архитектурную и композиционную роль в ландшафте современного города, снижая скорость ветра, уровень шума, увлажняя и очищая воздух, регулируя температуру воздуха, создают комфортные условия для отдыха. Кроме функциональной роли, растения выполняют и эстетическую, наполняя ландшафтный дизайн привлекательными для глаз элементами.

Астильбоидес (*Astilboides tabularis* Hemsl.) – многолетнее растение до 60 см высотой с жесткими листьями до 70 см в диаметре, на длинных, прочных черешках. Родина — Северо-восточный Китай и Корея. Цветонос до 150 см высотой. Корневище поверхностное, толстое, ползучее [2].

Бадан (*Bergenia* Karl August von Bergen) – многолетнее, корневищное растение. Родина - Восточная и Центральная Азия. В высоту достигает до 35 см. Характерной чертой баданов является своеобразный колорит и орнаментальность растений в любой сезон. Декоративны с весны до осени [1].

Роджерсия (*Rodgersia* A.Gray) - многолетние декоративно-лиственные, корневищные растения. Листья крупные, пальчато-рассеченные или перисто-рассеченные. Цветки многочисленные, белые, собраны в крупные метельчатые соцветия. Хорошо выносят затенение [2].

Цветник так же, как и сад выполнен в пейзажном стиле, он обрамляет своей красотой цукубай, который расположился близ беседки. Эскиз малого сада представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Видовая точка 3D модели цветника

В качестве травянистых таксонов выступают исследуемые виды и сорта в количестве 9 шт. Были выбраны наиболее устойчивые виды и сорта. Ведомость ассортимента представлена ниже в таблице.

Таблица 1

Ведомость ассортимента

№ п/п	Наименование вида	Высота	Отношение к эколог. факторам			Кол-во, шт.
			Свет	Влага	Тепло	
1	Астильбоидес пластинчатый / <i>Astilboides tabularis</i>	70	тв	ум.вл	з	3
2	Бадан гибридный 'Abenglud' / <i>Bergenia hybrida</i> 'Abenglud'	32	тв.	ум.вл	з	2
3	Бадан толстолистный / <i>Bergenia crassifolia</i>	28	тв.	ум.вл	з	2
4	Роджерсия конско-каштановлистная / <i>Rodgersia aesculifolia</i>	65	тв.	ум.вл	з	3
5	Спирея иволистная / <i>Spirae asalicifolia</i>	50	св	ум.вл	з	4

Весь ассортимент представленный в таблице выше проектируемый. Все виды и сорта растений подобраны с учетом экологических требований.

Выводы

Был разработан авторский проект малого сада в китайском стиле с видами и сортами представителей семейства Камнеломковые. В дизайн эскизе присутствуют все и фрагменты среды, беседка, тематический цветник. Разработаны детальные рабочие чертежи, подобраны размеры малой архитектурной формы, материалы, описана технология её создания. Для цветочного оформления выбраны наиболее декоративные и устойчивые виды и сорта представителей семейства Камнеломковые.

Библиографический список

1. Анисимов, Г.П. Бадан богом нам дан / Г.П. Анисимов // Удачка. – 2011. – № 6 – С. 101.
2. Верещагина, И.В. Встреча с зеленым другом / И.В. Верещагина. – Барнаул: Изд-во АГУ, 1996. – С. 178.
3. Поляков, Е.Н. Природная символика в архитектуре средневекового Китая и Японии Е.Н. Поляков - Томск, 1990. - 11 с. - Деп. во ВНИИТАГ Госстроя СССР, № 807

© Дрозд В. М., Граница Ю. В., 2021

УДК 635.054

ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДА НИЖНИЙ НОВГОРОД И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

В. А. Королева, Н. Е. Серебрякова*

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

*nataliaserebro@mail.ru

Проанализированы высота и диаметр ствола ели колючей различного возраста в насаждениях общего пользования Автозаводского района города Нижнего Новгорода. Варианты ее использования в различных типах посадок представлены с применением технологий 3D моделирования.

Ключевые слова: ель колючая, Нижний Новгород, высота, диаметр ствола.

CHARACTERISTICS OF PICEA PUNGENS IN THE PLANTATIONS OF NIZHNY NOVGOROD CITY AND VISUALIZATION OF DESIGN SOLUTIONS

V. A. Koroleva, N. E. Serebryakova*

Volga State University of Technology,
Russian Federation, 424000, Yoshkar-Ola, pl. Lenin, 3

*nataliaserebro@mail.ru

The height and diameter of the trunk of Picea pungens of various ages in public plantings of the Avtozavodsky district of the city of Nizhny Novgorod are analyzed. Variants of its use in various types of landings are presented using 3D modeling technologies.

Key words: Picea pungens, Nizhny Novgorod, height of the trunk, diameter of the trunk

Рост растений является одним из интереснейших явлений живой природы. Это сложный процесс, который приводит к постепенному увеличению размеров и массы особи, образованию новых элементов его структуры в результате увеличения количества клеток. От продолжительности и интенсивности роста зависит размер древесных растений, продуктивность лесных фитоценозов, декоративность и средообразующая эффективность зеленых насаждений, выживаемость в сообществе с другими растениями.

Биологические свойства лучшего роста реализуются конкретным индивидом только для оптимальных для него лесорастительных условий, благоприятном сочетании комплекса экологических факторов, поэтому исследования роста интродуцентов применительно к конкретным условиям произрастания очень важны [1-3, 6].

Нами проведено исследование основных таксационных параметров деревьев ели колючей в насаждениях общего пользования Автозаводского района города Нижнего Новгорода.

Ель колючая получила большое распространение как весьма декоративное и устойчивое в городских условиях растение. Одним из преимуществ использования в озеленении жилого ландшафта в условиях города можно отметить такую особенность, что в отличие от других хвойных, ель колючая неплохо переносит неблагоприятные городские условия (дым, газ, пыль). В России культивируется от северных до южных границ [4, 5].

Город Нижний Новгород основан 1221 году, расположен центре Восточно-Европейской равнины в левобережье реки Волги, представляет собой низменную орографическую зону – Волго-Ветлужскую низину в месте слияния двух крупных рек – Волги и Оки.

Экологическая ситуация недостаточно благоприятна для древесных видов, так как в городе имеются крупные промышленные загрязнители и большое количество автотранспорта. Климат умеренно-континентальный, основными лимитирующими факторами являются низкие зимние температуры, почвы серые лесные, сравнительно плодородные.

Возраст деревьев изученных деревьев ели колючей – от 13 до 80 лет (таблица 1). На всех участках произрастания ель колючая достаточно хорошо освещена и подвержена рекреационным нагрузкам: вытаптывание, асфальтовые покрытия, загрязнение воздуха.

Таблица 1

Участки произрастания ели колючей в Автозаводском районе г. Нижний Новгород		
№ участка произрастания	Количество деревьев, шт	Возраст деревьев, лет
Участок 1	10	13
Участок 2	10	16
Участок 3а	5	20-30
Участок 3а	33	30-40
Участок 4	7	40-50
Участок 5	15	40-50
Участок 6	5	40-50
Участок 7	1	50-60
Участок 8	78	50-60
Участок 9	10	50-60
Участок 10	10	50-60
Участок 11	15	70-80
Участок 12	4	70-80
Итого	203	13-80

Жизненная форма ели колючей в г. Нижний Новгород не изменяется, однако ее высотный коэффициент понижен – она проявляет себя как дерево второй величины. Но, в связи с тем, что ель колючая пока не достигла своего предельного возраста, изменение высоты возможно.

В сравнении с другими насаждениями на территории России, ель колючая в посадках Нижнего Новгорода соответствует, либо превосходит их по высоте.

Средняя высота ели колючей в условиях г. Нижний Новгород в возрасте 13-16 лет - 2,1-3,0 м, при лимитах 1,8-5,0 м; в возрасте 20-40 лет - 9,6-13,7 м при лимитах 5,5-17,0 м; в возрасте 40-60 лет - 14,8-20,7 м при лимитах 8,0-22,5 м; в возрасте 70-80 лет - 20,8-23,0 м при лимитах 18-23,0 м (рисунок 1).

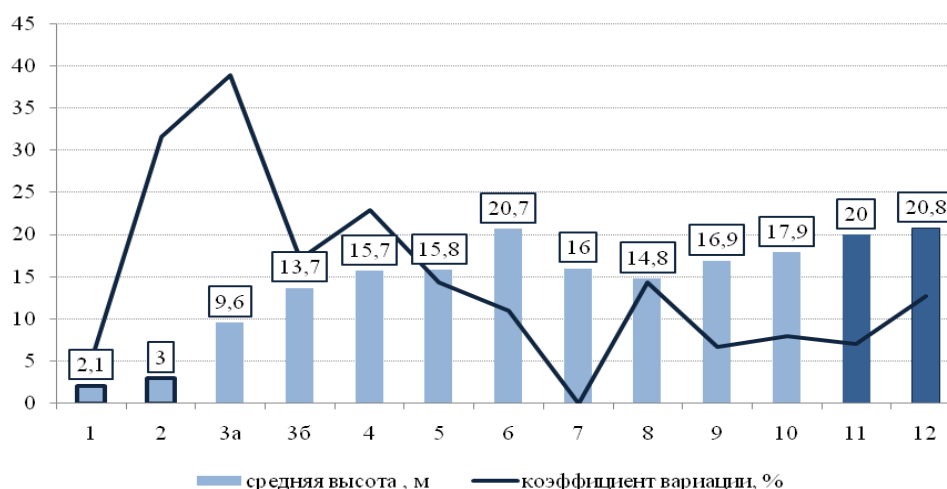


Рисунок 1 - Высота ели колючей на различных участках озеленения Автозаводского района г. Нижний Новгород (выделены наиболее молодые (участки 1,2) и наиболее старые посадки (участки 11-12))

Изменчивость показателя на различных участках колеблется от слабой до большой ($V=5,2-38,9\%$).

Средний диаметр ствола ели колючей в условиях г. Нижний Новгород в возрасте 13-16 лет - 2,6-6,2 см, при лимитах 2,0-10,0 см; в возрасте 20-40 лет – 20,4-26,4 см при лимитах 14-38 см; в возрасте 40-60 лет – 22,2-36,0 см при лимитах 16,0-48,0 см; в возрасте 70-80 лет - 41,0-42,0 см при лимитах 32-50 см (рисунок 2).

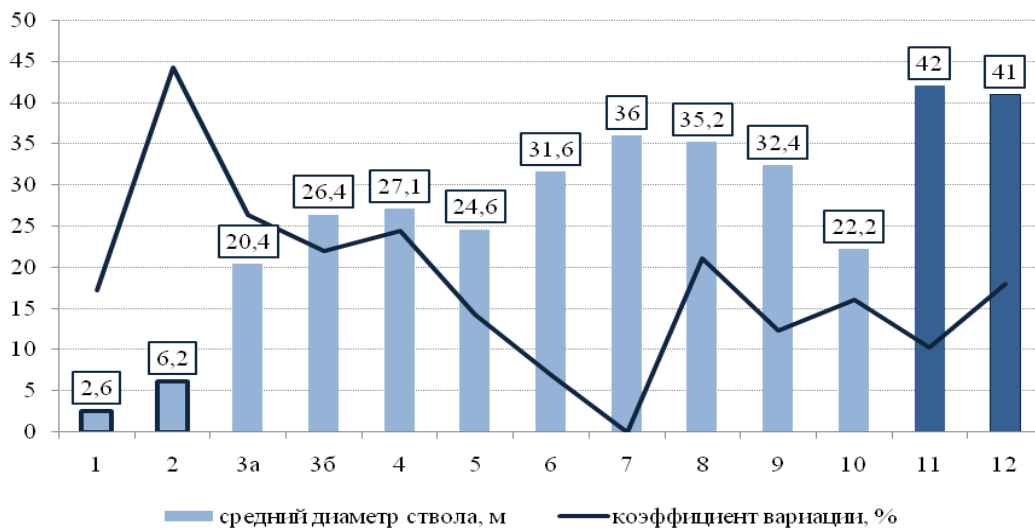


Рисунок 2 – Диаметр ствола ели колючей на различных участках озеленения Автозаводского района г. Нижний Новгород (выделены наиболее молодые (участки 1,2) и наиболее старые посадки (участки 11-12))

Изменчивость показателя на различных участках колеблется от слабой до большой ($V=6,9-44,2\%$), но на большинстве участков она значительная ($V=12,3-26,3$).

Недостаточная точность опыта на отдельных участках ($P=9-17\%$) связана с малым количеством деревьев и заметными колебаниями их таксационных параметров.

Таким образом, ель колючая на всех возрастных этапах в городских зеленых насаждениях г. Нижний Новгород по основным таксационным показателям близка к насаждениям естественного ареала и других регионов интродукции, что свидетельствует о её хорошей адаптации в условиях промышленного района и возможности более широкого применения в качестве основного ассортимента.

Проектные предложения по применению в озеленении ели колючей визуализированы при помощи современных технологий объемного моделирования (рисунки 3-5).

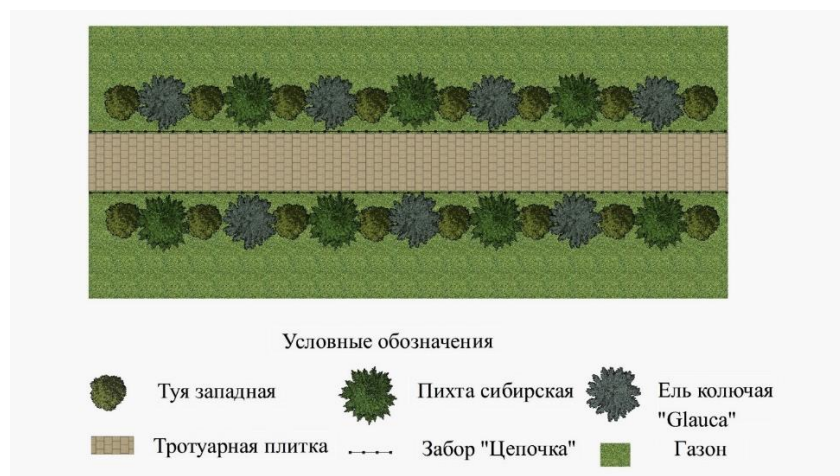


Рисунок 3 –Генплан аллеи с применением ели колючей



Рисунок 4 – Визуализация проекта аллеи с применением ели колючей



Рисунок 5 – 3D модель группы:

ель колючая – 1 шт.; туя западная – 2 шт.; сосна горная Пумилио – 1 шт.; можжевельник казацкий – 4 шт

Возможности применения ели колючей в городских условиях широки – группы, аллеи, солитеры. При планировании посадок следует соблюдать расстояния между растениями – не менее 5 м (для сохранения декоративности и предохранения от грибных болезней).

Библиографический список

1. Абрамова, Д.А. Диагностика устойчивости древесных насаждений города Нижнекамска в условиях техногенного загрязнения / Д.А. Абрамова, Н.Е.Серебрякова, В.Н. Карасев // Чтения памяти Т. Б. Дубяго: сборник статей международной конференции под ред. И. А. Мельничук.- СПб, 2016. - С. 29-34.
2. Абрамова, Д.А. Диагностика устойчивости хвойных растений г. Нижнекамска по величине импеданса прикамбиального комплекса тканей / Д.А. Абрамова, Н.Е.Серебрякова, М.А. Карасева //Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России: Материалы Всероссийской студенческой конференции: в 8 частях. – Йошкар-Ола, 2015. - С. 7-10.
3. Гринченко, К.В. Оценка устойчивости лиственных древесных растений в зеленых насаждениях г. Йошкар-Олы физиологическими методами / К.В. Гринченко, Н.Е.Серебрякова, В.Н. Карасев // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. - 2018. - №2. - С. 23-27.
4. Пчелин, В.И. Дендрология. Учебник./В.И. Пчелин. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2007.-520 с.
5. Серебрякова, Н.Е. Декоративная дендрология: практикум для студентов направления бакалавриата 35.03.10 "Ландшафтная архитектура" (профиль "Садово-парковое и ландшафтное строительство") / Н.Е. Серебрякова, С. В. Мухаметова. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – 98 с.
6. Серебрякова, Н.Е. Сосна веймутова в культурах Среднего Поволжья: биологические особенности, продуктивность, санитарное состояние/ Н.Е. Серебрякова //Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. –18 с.

УДК 635.92

ДРЕВОВИДНЫЕ ЛИАНЫ: ДЕКОРАТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ БСИ ПГТУ, ПРИМЕНЕНИЕ В ОЗЕЛЕНЕНИИ

С. В. Абдуллаева, Н. Е. Серебрякова*

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

*nataliaserebro@mail.ru

Проведена оценка общей декоративности и декоративности генеративных фенофаз древовидных лиан коллекции Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета. Для наиболее устойчивых и востребованных таксонов представлены 3D модели применения с использованием различных опор.

Ключевые слова: древовидные лианы, Ботанический сад-институт Поволжского государственного технологического университета, декоративность.

WOOD LIANS: DECORATIVITY IN THE CONDITIONS OF BGI VSUT, APPLICATION IN LANDSCAPING

S. V. Abdullaeva, N. E. Serebryakova*

Volga State University of Technology,
Russian Federation, 424000, Yoshkar-Ola, pl. Lenin, 3

*nataliaserebro@mail.ru

The assessment of the general decorativeness and decorativeness of generative phenophases of tree lianas in the collection of the Botanical Garden-Institute of the Volga State Technological University is carried out. For the most stable and demanded taxa, 3D models of their application using various supports are presented.

Key words: tree lianas, Botanical Garden-Institute of the Volga State Technological University, decorative

Лианы имеют эстетико-декоративное значение, способствуют оздоровлению и созданию благоприятных микроклиматических условий, а в ряде случаев имеют хозяйственно-экономическое и специальное назначение. Лианы объединяют большую группу растений, относящихся к разным видам и родам, объединенных в разные семейства. В экологическом плане, лианы, занимая небольшой участок 0,5 м², способны создать зеленую массу не меньше, чем среднее по размеру дерево, требующее для своего нормального роста площадь земли в 4-5 раз больше. Еще одной особенностью лиан является пылезащитная особенность, т.е. лианы, произрастающие на максимально близком расстоянии от жилых помещений способны механически задерживать пыль и газы, которые в последующем могут быть смыты дождем или поливом [1]. Для лиан, которые можно расположить на 1 га территории в составе насаждений, кислородопродуктивность, депонирование углерода и способность к осаждению пыли составят, в среднем, 1,01 т/год, 0,35 т/год, 0,03 т/год соответственно. При комплексном озеленении населенного пункта возможно увеличение биоэнергетического потенциала за счет использования лиан на 18,0 – 30,0 % [2].

Применение лиан также позволит сэкономить площадь территории, на которой, планируя которую, можно разместить дополнительные площадки, ведь произрастание лиан не требует значительных площадей [3]. В условиях активной урбанизации такие возможности становятся все более актуальными.

Вместе с тем, в настоящее время в Средней полосе России возможности вертикального озеленения реализуются в недостаточной мере. Так как применение растений в городской среде должно быть продуманным, основанным на древокультурном районировании и

современных порайонных исследованиях растений [4], мы провели исследования 24 таксонов древовидных лиан коллекции Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета (БСИ ПГТУ).

Методика. Оценивали общую декоративность визуально по эстетическим качествам растений, их внешним формам, представляющим совокупность морфологических признаков, использовали 5-ти бальную шкалу, где "5" – весьма декоративный в течение всего сезона таксон; "4" – декоративный таксон; проявляет высокую декоративность в отдельные периоды сезона, в остальное время декоративность умеренная; "3" – умеренная декоративность; в основном, фоновые растения, не привлекающие особого внимания; "2" – низкая декоративность; периодически происходит частичная утрата декоративности, обычно ввиду повреждений, восстановление происходит медленно; "1" – растения полностью утрачивают декоративность в данных условиях.

Декоративность генеративных фенофаз оценивали следующим образом:

+цветение и (или) плодоношение являются ведущими в показателях декоративности, растение максимально декоративно в период их прохождения;

+ - цветение и (или) плодоношение обладают умеренной декоративностью, растение в период их прохождения привлекательно, цветки (соцветия) и (или) плоды (соплодия) заметны, но не играют значимой роли в облике;

- цветение и (или) плодоношение не влияет на декоративность [5].

Результаты исследования. Оценка декоративности древовидных лиан приведена в таблице 1.

Таблица 1

Декоративность древовидных лиан коллекции БСИ ПГТУ

№	Наименование таксона	Декоративность общая	Декоративность генеративных фенофаз	
			цветение	плодоношение
1	Актинидия коломикта	4	+/-	+/-
2	Аристолохия маньчжурская	5	-	-
3	Виноград винный 'Альфа'	4	-	+/-
4	Виноград 'Находка'	5	-	+
5	Виноград амурский	4	-	+/-
6	Виноград лисий	4	-	-
7	Виноград прибрежный	3	-	-
8	Виноград черно-сладкий	4	-	+
9	Виноградовник аконитолистный	5	-	+
10	Виноградовник короткоцветоножкой	5	-	+
11	Гортензия черешковая	3	+	-
12	Девичий виноград пятилисточковый	5	-	+/-
13	Жимолость каприфоль	4	+/-	-
14	Жимолость сизая	4	+	+
15	Клематис 'Восток'	4	+/-	-
16	Клематис бурый	4	+	+/-
17	Клематис восточный	4	+/-	+
18	Клематис сизый	4	+/-	+/-
19	Клематис фиолетовый	5	+	+/-
20	Клематис цельнолистный	4	-/+	+
21	Княжик сибирский	3	-	-
22	Лимонник китайский	5	+/-	+
23	Луносемянник даурский	5	-	+/-
24	Трехкрыльник Регеля	5	-	+/-

Таким образом, распределение лиан по их декоративности в условиях БСИ ПГТУ следующее.

Весьма декоративные таксоны: аристолохия маньчжурская, девичий виноград пятилисточковый, виноград 'Находка', виноградовник короткоцветоножкой, виноградовник аконитолистный, клематис фиолетовый, лимонник китайский, луносемянник даурский, трехкрыльник Регеля.

Декоративные таксоны: актинидия коломикта, виноград амурский, виноград винный 'Альфа', виноград лисий, виноград черно-сладкий, жимолость каприфоль, жимолость сизая, клематис бурый, клематис цельнолистный, клематис сизый, клематис восточный, клематис 'Восток'.

Умеренно декоративные таксоны: виноград прибрежный, гортензия черешковая, княжик сибирский.

Для городского озеленения мы, в первую очередь, рекомендуем девичий виноград пятилисточковый, как наиболее устойчивый и неприхотливый вид, пригодный для декорирования больших объемов, стен не только на западной и восточной стороне, но также на северной части строений.

В условиях дефицита посадочных мест для крупных растений применение этого растения вокруг площадок с использованием пергол не только улучшит общий микроклимат территории в целом, но и создаст дополнительные «укрытия», которые очень актуальны в жаркую погоду (рисунок 1).



Рисунок 1 – Визуализация вариантов применения в озеленении девичьего винограда пятилисточкового с использованием различных опор

Большой популярностью в частном озеленении пользуются устойчивые морозостойкие плодовые сорта винограда, проведенные исследования позволяют рекомендовать виноград 'Находка' и виноград винный 'Альфа'. Для максимальной реализации их функциональных свойств и декоративности предлагаем использовать оригинальный навес (рисунок 2).



Рисунок 2 – 3D модель опоры для плодовых сортов винограда

Так, применение лиан наряду с общепринятыми видами насаждений существенно позволяет улучшить качество зеленых насаждений и эстетический облик территорий в целом. При помощи лиан возможна реализация самых различных ландшафтных замыслов. В Средней полосе России имеются таксоны древовидных лиан обладающие высокой декоративностью, которая увеличивается в периоды цветения и плодоношения, их всестороннее дальнейшее изучение позволит дать детальные рекомендации по применению в ландшафтном строительстве региона.

Библиографический список

1. Эргашева, Г.Н. Древовидные лианы в условиях сухих субтропиков Таджикистана: интродукция, биология, экология и использование. / Г.Н. Эргашева // Автореф. дис. доктора биол. наук. – Уфа: Башкир. гос. ун-т, 2013 - 33 с.
2. Калмыкова, А.Л. Использование лиан в вертикальном озеленении населенных пунктов степи и лесостепи Поволжья/ А.Л. Калмыкова // Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Волгоград, 2008. – 19 с.
3. Мальцева, Ю. В. К вопросу об озеленении дворовых территорий/ Ю. В. Мальцева, Н.Е. Серебрякова // Чтения памяти Т. Б. Дубяго: сборник статей международной конференции / под ред. И. А. Мельничук. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2016.- С. 59-61.
4. Серебрякова, Н.Е. Планирование ассортимента древесных растений для озеленения города / Н.Е. Серебрякова // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства: сборник статей Международной научно-практической конференции.- Красноярск: СибГУ, 2019.- С. 243-246.
5. Серебрякова, Н.Е. Декоративная дендрология: практикум для студентов направления бакалавриата 35.03.10 "Ландшафтная архитектура" (профиль "Садово-парковое и ландшафтное строительство") / Н.Е. Серебрякова, С. В. Мухаметова. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – 98 с.

© Абдулаева С. В., Серебрякова Н. Е., 2021

УДК 712.422

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ SKETCHUP НА ПРИМЕРЕ БАДАНА ТОЛСТОЛИСТНОГО

В. М. Дрозд

Научный руководитель – А. Д. Средин

Поволжский государственный технологический университет

Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, Ленинский проспект, 3

E-mail: 69vitka.vitaminka@bk.ru

В статье рассматривается вопрос о 3D моделировании, на примере многолетнего растения бадана толстолистного. Описаны этапы создания листьев, цветков и текстурирование растения.

Ключевые слова: бадан, 3D моделирование, SketchUp, полигон, лист, цветок.

3D MODELING IN SKETCHUP SOFTWARE ON THE EXAMPLE OF BERGENIA CRASSIFOLIA

V. M. Drozd

Scientific supervisor – A. D. Sredin

Volga State Technological University

Russian Federation, 424000, Yoshkar-Ola, Leninsky prospect, 3

E-mail: 69vitka.vitaminka@bk.ru

The article discusses the issue of 3D modeling, using the example of a perennial plant of thick-leaved bergenia. The stages of creating leaves, flowers and plant texturing are described.

Keywords: badan, 3D modeling, SketchUp, polygon, leaf, flower.

Трехмерная графика стала неотъемлемой частью всех имеющих отрасли. Сейчас уже невозможно себе представить, чтобы, например, ландшафтная фирма приступила к созданию сада без предварительного моделирования в цифровом варианте.

На просторах интернета можно найти огромное количество разнообразных моделей, но для визуализации сада или цветника, необходимо иметь нужное растение. Именно поэтому любому визуализатору необходимо создавать самому свою библиотеку растений.

Архитектурные сцены имеют ряд особенностей: наличие большого количества текстур, наличие большого количества объектов, отсюда вес сцены и ориентация в объектах сцены зачастую усложнена. При работе с архитектурой визуализацией можно встретиться с такими программными продуктами как SketchUp, Arhcad, Revit и т. д. [1].

3D моделирование - это проектирование трехмерной модели на основе чертежей, эскизов, или же просто образа в голове. Проектирование происходит в специализированном программном обеспечении, заточенном под конкретную сферу. Сама же трехмерная модель состоит из полигонов [2].

Чем больше полигонов на площадь модели, тем точнее модель. Однако, это не значит, что если модель содержит мало полигонов (low poly), то это плохая модель [3]. Все же большая часть любого моделирования зависит от технических характеристик компьютера. Полигональное моделирование происходит путем манипуляций с полигонами в пространстве. Вытягивание, вращение, перемещение и т.д. [3].

Прежде чем начать моделировать необходимо найти фото самого растения и изучить. Так же понадобится фото одного листа бадана толстолистного. Это необходимо для того, чтобы сделать модель максимально приближенно к натуральным размерам и его соотношением сторон.

Моделирование растения бадана толстолистного начинаем с создания плоской поверхности будущей листовой пластины с соотношением сторон к фотографии листа. После того, как импортировали фото в SketchUp на поверхность, выбираем инструмент «линия» и обводим им контур листовой пластины. Замкнув контур мы получаем поверхность листа.

Лист необходимо изогнуть, для более реалистичного эффекта. Для этого нам потребуется плагин «FredoScale» в котором есть нужный для нас инструмент «Радиальный изгиб». С помощью этого инструмента и будем изгибать наш лист.

Выбираем вышеупомянутый инструмент и у нас появляется транспортир, который мы устанавливаем на бок нашего листа, т.е. выбираем точку опоры откуда у нас начинается изгиб. После клика левой кнопки мыши, необходимо протянуть линию, указав, где изгиб заканчивается. Далее по транспортиру выбираем нужный нам угол наклона. Кликнув левой кнопкой мыши, мы фиксируем наши изменения.

Следующим этапом создания 3D модели является наложение текстуры. В общем доступе имеется огромное количество сайтов, где можно скачать различные бесшовные текстуры. В данной ситуации текстура была сделана из найденной фотографии (рисунок 1).



Рисунок 1 – Текстура листовой пластины

Так как задумывался бадан с зеленой листвой, после импорта текстуры в SketchUp, в настройках материалов ее цвет был изменен.

Цветок бадана похож визуально на колокольчик, потому была разработана тактика действий по ее построению. Рисуем шестигранник и копируем на несколько уроней, затем каждый из них соединяем линиями, тем самым преобразовывая в объект. Так как текстуру подобрать не удалось, было принято залить фигуру в светло розовый цвет. При помощи инструмента «масштаб», немного меняем конфигурацию фигуры. Сгруппировываем элемент. Ниже на рисунке 2 представлена геометрия цветка.

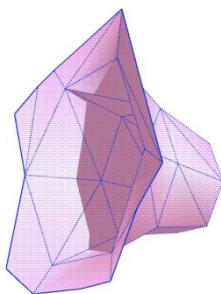


Рисунок 2 – Геометрия цветка

Для создания цветоноса нарисовали круг и инструментом «Тянуть», вытягиваем на нужную нам высоту. Выделив верхнюю часть цветоноса, инструментом «масштаб» уменьшаем её. Так образовался плавный переход от основания до кончика цветаноса. Далее применяем заливку коричневого цвета. Такой же техникой выполняем отходящие от цветоносов веточки. Сгруппировываем элементы.

Когда все элементы готовы, необходимо раскопировать листья и цветки в нужном количестве и установить их на свои места. Ниже на рисунке 3 представлена готовая 3D модель многолетнего растения бадана толстолистного.



Рисунок 3 – 3D модель бадана толстолистного

Подведение итогов. В ходе данной работы смоделировали 3D модель бадана толстолистного, которая будет использоваться для дальнейших проектов. Детально были проработаны цветки и листовые пластины.

Библиографический список

1. Неволина, Т.С., Алешко Р.А. Проектирование архитектурной визуализации в среде виртуальной реальности // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XL Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. С. 31-34;
2. Фомин, М.А., Коломыцева Е.П. 3D графика и моделирование // XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ МОЛОДЕЖНЫЙ ФОРУМ "ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА. ПРОИЗВОДСТВО" сборник трудов конференции. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова– 2020. С. 2012-2016;
3. Трехмерное моделирование в современном мире [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/451266/>

© Дрозд В. М., Средин А. Д., 2021

УДК 712.4.01

КОМПОЗИЦИЯ В СТИЛЕ NATURGARDEN (ПО МОТИВАМ «САДОВ НОВОЙ ВОЛНЫ» ПИТА УДОЛЬФА)

О. С. Рязанцева*, Е. П. Хазова

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова,
Российская Федерация, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

*E-mail: dnb-87@mail.ru

В статье описаны основные принципы построения сада в стиле Naturgarden. Также предлагается авторская композиция в данном стиле. Визуализация композиции выполнена в 3D-редакторе SketchUp с последующей обработкой в приложении Procreate.

Ключевые слова: Naturgarden, дизайнерский фитоценоз, «флористическая» тема, композиция сада, цветник, визуализация.

THE NATURGARDEN STYLE COMPOSITION (BASED ON THE "NEW WAVE GARDENS" BY PIET OUDOLF)

O. S. Ryazantseva *, E. P. Khazova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
8, Timiriazeva St., Voronezh, 394087, Russian Federation

* E-mail: dnb-87@mail.ru

This paper describes the basic principles of building a garden in the style of Naturgarden. The authors offer their composition in this style. They used the SketchUp 3D editor to render composition and then processed in the Procreate application.

Keywords: Naturgarden, design phytocenosis, "floral" theme, garden composition, flower garden, visualization.

С каждым годом становится всё более ощутимой потребность человека в естественной среде обитания, наполненной воздухом, зеленью, природными элементами. Поэтому экологическая тематика становится актуальной в градостроительстве и ландшафтном дизайне. Стиль Naturgarden призван объединить человека и природу.

Naturgarden, природный сад, естественный сад, экосад — названий этого стиля много. Родоначальником этого течения можно считать голландца Пита Удольфа, который в середине 20 века начал активно оформлять сады в натуральном, максимально естественном, нарочито небрежном стиле, которые в дальнейшем называли «садами новой волны» [1].

Одним из главных преимуществ садов этого стиля является малоуходность. Культуры подбираются неприхотливые, устойчивые к капризам природы, полностью исключаются агрессивные сорта, способные «забить» остальные. Растения не притесняют друг друга, а мирно сосуществуют, полностью раскрывая свой потенциал и практически не нуждаясь в уходе. Создается своего рода дизайнерский фитоценоз, т. е. рукотворный культивируемый фитоценоз, который цветёт и выглядит эффектно гораздо дольше, чем большинство природных растительных сообществ. От такого пролонгированного сезона цветения выигрывают и местная фауна, и человек. При этом растительность всегда натуралистична в том смысле, что содержит визуальные паттерны и ритмы, свойственные природным растительным сообществам, в них происходят те же экологические процессы [2].

Натуральный стиль — это многолетние травы и воздушные злаковые в основе композиций, разбавленные нетребовательными цветами. Злаковые выступают в «садах новой

волны» костяком, каркасом, который поддерживает остальные многолетники и образует выраженную структуру.

Еще одна характерная черта – плотность посадок, превышающая стандартные рекомендации в несколько раз. При таком подходе минимальный уход после посадки в виде рыхления и мульчирования нужен только первое время. Впоследствии растения на миксбордерах так разрастаются, что заглушают рост сорняков и вмешательство владельцев минимально.

Пит Удольф разработал собственную классификацию растений, используемых для создания своих цветников. Она учитывает габитус (облик, внешний вид) растения, форму соцветий, высоту. На сочетании и контрасте разных форм соцветий и строится интрига.

Еще одной характерной чертой садов *Naturgarden* является наличие ведущей «флористической» темы, а также поддержание местной флоры и фауны. Дизайнер советует по максимуму использовать «заготовку», которую предоставила сама природа. Во-первых, необходимо задействовать особенности имеющегося пейзажа для создания на участке неповторимого дизайна. Расположенные на заднем плане деревья или части живой изгороди будут дополнять задумку и станут оригинальным фоном для композиции. Во-вторых, отказаться от экзотики и высаживать виды растений, характерные для конкретной местности. Это важно не только потому, что они лучше приспособлены к местному климату, но и для поддержания общего биоразнообразия [3].

Предлагаемая нами композиция сада построена на контрасте бионических форм (посадок, водоёма и площадки с очагом) прямыми лучевыми линиями дорожек, ведущих к очагу. Бионическая архитектура – новый мировой тренд, которому всё чаще следуют архитекторы. Причина проста: запрос на возвращение к природе, тяга к натуральному, органическому и живому. Бионика означает использование принципов и методов организации живых организмов, а также форм, созданных самими живыми организмами. Также контрастными являются посадки многолетников относительно дендропластичных посадок дёрена. Дендропластика представляет собой актуальное направление в ландшафтном дизайне и подразумевает использование растений вместо строительных материалов для создания малых архитектурных форм.

В целом композиция предлагаемого сада построена по принципу асимметрии, хотя в нём присутствуют и элементы симметрии – они прослеживаются в линиях лучевых дорожек. Лучевые дорожки немного сужаются к очагу, таким образом, усиливая линейную перспективу и зрительно увеличивая длину дорожки.

В проекте используются в основном натуральные материалы: дорожки и скамьи выполнены из дерева, площадка вокруг очага покрыта гравийным отсеком (рисунок 1).

Одним из принципов построения сада в стиле *Naturgarden* является выбор флористической темы. В предлагаемом проекте мы выбрали для растительного дизайна тему влажного луга. Такой выбор обоснован наличием водоёма. Тема влажного луга подходит для сада с высоким уровнем грунтовых вод, когда во время весеннего паводка и после сильных дождей в некоторых местах надолго застаивается вода.

В качестве верхнего яруса композиции выбрана Ольха чёрная разрезнолистной формы (*Alnus glutinosa* f. *Laciniata*). Отличительной особенностью данного растения являются глубоко рассечённые, темно-зеленые листья.

Средний ярус представлен Дёреном белым ф. сибирская (*Cornus alba* var. *Sibirica*). Это растение хорошо переносит стрижку. Нашей целью было создание плотной посадки, которая имитирует высокий берег реки, а также является фоном для многолетних растений. В осенний и зимний период дёрён будет выполнять функцию акцента за счет красной окраски побегов.

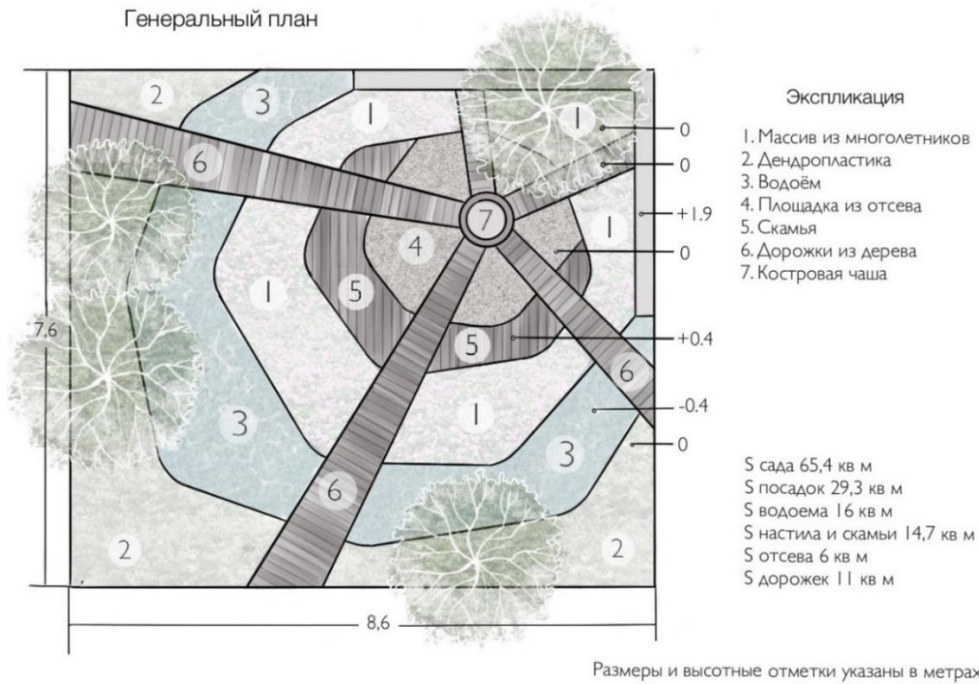


Рисунок 1 – Генеральный план

Основу цветника составляют высокорослый сортовой Посконник пятнистый (*Eupatorium maculatum* "Gateway"). Он служит структурным акцентом, возвышаясь над растительной массой. Высокие метёлки вейника тростникового (*Calamagrostis arundinacea*) и белые колосовидные соцветия Физостегии виргинской (*Physostegia virginiana* "Bouquet Rose") определяют вертикаль композиции. Дымчатые соцветия Астильбы Арендса (*Astilbe Arendsii* "Diamant") придают лёгкость и воздушность цветочному массиву. Мята (*Mentha piperita* "Granada") и осока (*Carex muskingumensis*) являются дополнением к остальным многолетникам, обеспечивают декоративное обрамление участка. Они расположены у кромки воды. Все эти многолетники любят самые влажные места (рисунок 2).

Перечень выбранных для композиции растений [4] представлен в таблице 1.

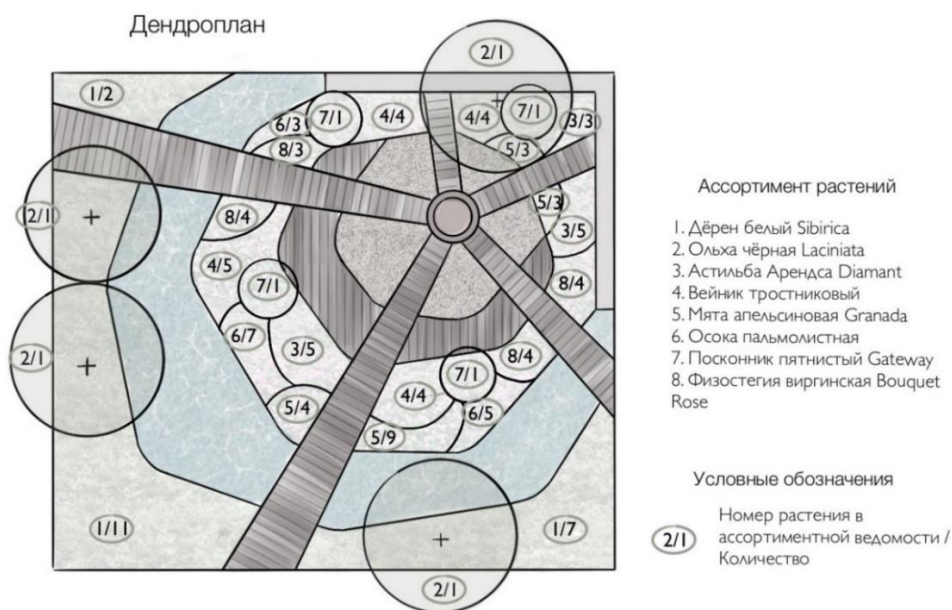


Рисунок 2 – Дендроплан

Таблица 1

Ассортиментная ведомость

№	Русское наименование	Латинское наименование	Кол-во, шт.
Древесные и кустарниковые растения			
1	Дёрен белый форма сибирская	Cornus alba var. sibirica	20
2	Ольха черная форма разрезнолистная	Alnus glutinosa f. Laciniata	4
Многолетние травянистые растения			
3	Астильба Арендса сорт «Диамант»	Astilbe Arendsii "Diamant"	13
4	Вейник тростниковый	Calamagrostis arundinacea	17
5	Мята апельсиновая (перечная) сорт «Гранада»	Mentha piperita "Granada"	19
6	Осока пальмолистная	Carex muskingumensis	15
7	Посконник пятнистый сорт «Гэйтвэй»	Eupatorium maculatum "Gateway"	4
8	Физостегия виргинская сорт «Букет Роуз»	Physostegia virginiana "Bouquet Rose"	15

Для визуализации композиции (рисунок 3) была построена подоснова в программе SketchUp. Это 3D-редактор с интуитивно понятным интерфейсом и минимумом задаваемых параметрических данных, позволяющий моделировать, в том числе, ландшафт и рельеф местности. Эту программу удобно использовать при необходимости построения эскизной модели, которая в дальнейшем будет обработана в цифровом редакторе. С помощью SketchUp можно быстро построить объёмную композицию на основе имеющегося плана. В нашем случае план композиции был подготовлен в AutoCAD, затем экспортирован в SketchUp. Последующая обработка подосновы выполнена в приложении Procreate.



Рисунок 3 – Визуализация

Для сохранения нужных видов в традиционных садовых посадках требуется много труда и средств. Для контроля конкуренции между отдельными видами и сортами, а также для предотвращения вытеснения одного растения другим нужен целевой и интенсивный уход. Поэтому в современных условиях ограниченности ресурсов создание посадок, которые функционировали бы как природное сообщество растений, является перспективным направлением, так как отпадает необходимость в большинстве мероприятий по уходу. Всё это является одной из причин растущей популярности садов в натуральном стиле.

Если посмотреть на натуралистичные сады с точки зрения глобальных проблем экологии, можно увидеть ценность данного подхода в том, что он использует виды местной аборигенной флоры. Это может помочь в восстановлении фитоценозов, утраченных под

негативным влиянием антропогенных преобразований, а также при рекультивации деградированных земель.

Библиографический список

1. Oudolf, Piet Planting the Natural Garden [Text] / Piet Oudolf, Henk Gerritsen. – Timber Press, 2019. – 288 с. – ISBN 1604699736
2. Райнер, Томас Посадки в пост-природном мире: дизайн растительных сообществ для создания жизнестойких ландшафтов [Текст] / Томас Райнер, Клаудия Вест. – Харьков : «Читариум», 2019. – 272 с. – ISBN 978-617-7329-41-0
3. Oudolf, Piet Planting: A New Perspective [Text] / Piet Oudolf, Noel Kingsbury. – Timber Press, 2013. – 280 с. – ISBN 9781604693706
4. Энциклопедия садовых декоративных растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://flower.onego.ru/home.html>

© Рязанцева О. С., Хазова Е. П., 2021

УДК 712.4

ПОСТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВГЛТ

И. Р. Панкратов*, Е. П. Хазова

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова,
Российская Федерация, 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

*E-mail: PankratovIR@mail.ru

В статье показана возможность построения растительных композиций при помощи компьютерных программ на примере учебного процесса в ФГБОУ ВО «ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова». Описаны принципы создания некоторых видов цветочного оформления. На рисунках представлены варианты построения рокария в программе SketchUp.

Ключевые слова: растительная композиция, цветочное оформление, миксбордер, рокарий, видовая точка, визуализация.

CONSTRUCTION OF PLANT COMPOSITIONS USING COMPUTER PROGRAMS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF VSUFT

I. R. Pankratov*, E. P. Khazova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
8, Timiriazeva St., Voronezh, 394087, Russian Federation

* E-mail: PankratovIR@mail.ru

The article shows the possibility of constructing plant compositions using computer programs on the example of the educational process at the FSBEI HE "VSUFT named after G.F. Morozov". The principles of creating some types of flower decoration are described. The figures show options for building rockeries in SketchUp.

Keywords: plant composition, flower decoration, mixborder, rockery, viewpoint, visualization.

Использование различных компьютерных программ и графических редакторов в процессе обучения студентов становится всё более популярным. основополагающей деятельностью при освоении ряда дисциплин бакалавриата по направлению подготовки 35.03.10 – Ландшафтная архитектура в ФГБОУ ВО «ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова» является именно проектная.

Для каждого обучающегося важно иметь способности к изобразительному искусству. Чтобы заложить базовые основы этого умения и систематически нарабатывать навык, в программу первого года обучения включена учебная дисциплина «Рисунок и живопись». Далее, при обучении на последующих курсах в ряде дисциплин даются задания, где студенту предложено воплотить свои проектные идеи в виде изображения, к которому обязательно составляют пояснительную записку. Таким образом, полученные в начале курса основы рисунка, закрепляются и развиваются при постановке новых задач.

Не каждый студент способен выполнить изображение очень качественно, а задуманное им достойно к воплощению. В этом случае можно воспользоваться компьютерной программой с графическими изображениями. Но этими программами часто пользуются и те студенты, которые достаточно хорошо рисуют. Этому есть объяснения:

Во-первых, работа в программе позволяет сэкономить время, ведь на детальную прорисовку каждого растения вручную уходит гораздо больше времени. Кроме того, в программе можно быстро исправить ошибку, что не сделаешь при тех же временных затратах карандашом или акварелью.

Во-вторых, при построении цветников можно подобрать наиболее удачные цветовые сочетания и, опираясь на изображение, рассмотреть возможный ассортимент.

В-третьих, современные графические программы содержат целую базу различных растений, которые можно использовать в проектах. Даже если нет какого-то вида или сорта, есть возможность замены на изображение, похожее по внешнему виду.

Таким образом, в программе очень удобно выполнить рисунок с большим набором растений, каким является растительная композиция любого типа. В качестве наиболее удачного примера предлагаем рассмотреть выполнение изображения цветника. Однако понятие «цветник» – широкое, и при построении каждого вида цветочного оформления (клумба, цветочная группа, миксбордер и другие) существуют свои правила [1, 2].

При построении клумбы в регулярном стилевом направлении, как правило, используют однолетние низкорослые цветочные культуры, которые высаживают в цветущем состоянии на определённом расстоянии друг от друга, ориентируясь на предварительно составленный эскиз и разбивочный чертеж. Каждый подобранный вид или сорт растения даёт своё цветочное пятно. Рисунок клумбы плоский и особенно хорошо воспринимается с возвышения. Поскольку при таком цветочном оформлении все растения одинаковой высоты, то при изображении клумбы легко в программе просто выполнить заливку цветом, соответствующим окраске соцветий. Тот же принцип построения клумбы соблюдают и при подборе так называемых ковровых растений, которые имеют красочную декоративную листву. Их высаживают плотно (примерно 100 шт. на кв. м) и поддерживают на определённой высоте регулярной стрижкой [3].

Принципы построения цветников из многолетних цветочных культур предполагают использование разновысотных видов и сортов растений. Кроме того, подбор ассортимента осуществляют с учётом непрерывной декоративности растений, что достигается последовательной сменой цветения одного вида другим [4]. Чтобы передать эти характеристики качественно, рисунок должен иметь вид сбоку. Поэтому изображение таких цветников как цветочная группа или миксбордер должны быть объёмными. Поскольку это цветники пейзажного стилевого направления, то они имеют свободные очертания.

Наконец, пейзажная планировка характерна для такой композиции как рокарий – это небольшой по размеру каменистый сад, который соединяет в себе красоту камней и обычных видов растений. Рокарий не имеет ярусности, его основу составляют несколько крупных камней, между которыми высаживают низкорослые многолетние неприхотливые растения и оформляют гравийной подсыпкой. Выбор ассортимента для рокария может быть основан на флоре различных областей [5].

Примеры изображения рокария представлены на рисунках 1-7. Моделирование выполнено в программе SketchUp, которая позволяет осуществить просмотр изображения с различных точек.

На рисунке 1 представлен план рокария (вид сверху). С помощью плана можно увидеть конфигурацию композиции, её видовой состав, а также площадь территории, занятой под конкретное растение.

Рисунки 2-6 представлены видовыми точками. При помощи этих изображений можно рассмотреть композицию с различного ракурса и в процессе моделирования понять, что ещё надо доработать для лучшего эстетического восприятия.

Рисунок 7 показывает изображение рокария в разрезе. Таким образом, можно понять гармоничность подобранных элементов по высоте.

При грамотном подборе растений для любой растительной композиции можно опираться на энциклопедический материал [6, 7, 8, 9], а также ориентироваться на тот ассортимент, который предлагают декоративные питомники и цветочные хозяйства города и ближайших населённых пунктов.

Итогом обучения для студентов по направлению подготовки 35.03.10 – Ландшафтная архитектура (уровень бакалавриата) является выпускная квалификационная работа, которая также является проектной. Установлен ряд чертежей, обязательных к выполнению. Изображение этих чертежей плоское и его часто выполняют в программах CorelDRAW или AutoCAD. Помимо чертежей есть необходимость в работу включить рисунки, которые имеют объёмный формат. Количество этих рисунков не регламентировано, но ставит цель как можно

полнее отразить все проектные мероприятия. Есть возможность в программе смоделировать детскую площадку, озеленение водоёма, представить вариации с растениями и камнями.

Для визуализации видовых точек используют программу SketchUp, позволяющую обозревать модель сбоку, сверху – на плане и объёмно – в перспективе. Для улучшения качества изображения его дорабатывают при помощи графического редактора Adobe Photoshop. Также часто применяют программу Realtime Landscape Architect (программа для ландшафтного дизайна и цветочного оформления).

Для получения эскизов ландшафтных групп, солитеров, аллеиных и групповых посадок, различных видов цветочного оформления, альпинария, рокария и прочих композиций, а также для изображения малых архитектурных форм (беседки, скамьи, фонари, урны) возможно активное использование компьютерных программ, которые позволяют получить близкое к реальности отображение проектных мероприятий.



Рисунок 1 – План рокария



Рисунок 2 – Видовая точка 1 (рокарий)



Рисунок 3 – Видовая точка 2 (рокарий)



Рисунок 4 – Видовая точка 3 (рокарий)



Рисунок 5 – Видовая точка 4 (рокарий)



Рисунок 6 – Видовая точка 5 (рокарий)



Рисунок 7 – Разрез (рокарий)

Библиографический список

1. Бочкова, И. Ю. Создаём красивый цветник [Текст] / И. Ю. Бочкова. – Фитон XXI, 2017. – 264 с. – ISBN 978-5-906811-26-4
2. Кирман, В. Г. Цветочное оформление в ландшафтном дизайне [Текст] / В. Г. Кирман. – Ростов-на-Дону : «Феникс», 2014. – 154 с. – ISBN 978-5-222-23068-8
3. Соколова, Т. А. Декоративное растениеводство: Цветоводство : учебник для вузов (ФГОС) [Текст] / Т. А. Соколова, И. Ю. Бочкова. – Издательский центр «Академия», 2014. – 428 с. – ISBN 978-5-4468-0675-1
4. Койсман, Т. Миксбордер: 24 правила грамотного миксбордера [Текст] / Т. Койсман. – М. : Koysmanbook, 2020. – 144 с. – ISBN 9-785001-471325
5. Марковский, Ю. Б. Альпинарии и каменистые горки [Текст] / Ю. Б. Марковский. – Фитон+, 2016. – 64 с. – ISBN 978-5-906171-99-3
6. Баженов, Ю. А. Декоративные деревья и кустарники. Иллюстрированный справочник [Текст] / Ю. А. Баженов, А. Б. Лысыков, А. Ю. Сапелин. – Фитон XXI, 2017. – 240 с. – ISBN 978-5-906171-02-3
7. Воронцов, В. В. Садовые растения от А до Я [Текст] / В. В. Воронцов. – Фитон XXI, 2013. – 368 с. – ISBN 978-5-906171-35-1
8. Хессайон, Дэвид Г. Всё о декоративных деревьях и кустарниках [Текст] / Дэвид Г. Хессайон. – Кладезь, 2012. – 128 с. – ISBN 978-5-93395-319-7
9. Энциклопедия садовых декоративных растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://flower.onego.ru/home.html>

© Панкратов И. Р., Хазова Е. П., 2021

УДК 712.253

ЭКОСАД С ИМИТАЦИЕЙ СЕВЕРНОГО ЛАНДШАФТА КАК ЭЛЕМЕНТ НАПОЛНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ГОРОДСКОГО ПАРКА

Т. Ю. Желонкина, Н. Е. Серебрякова*, Ю. В. Граница

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

*nataliaserebro@mail.ru

Обозначены параметры комфортности городской среды и современные векторы формирования городских локальных объектов озеленения: природный стиль и смысловая нагрузка. Представлена концепция экосада, внедренного в структуру Тархановского парка города Йошкар-Олы. Северный ландшафт экосада создан при помощи геопластики и подбора характерного растительного ассортимента. Приведена визуализация проекта с применением технологий 3D моделирования.

Ключевые слова: Йошкар-Ола, Тархановский парк, экосад, природный сад, северный ландшафт, геопластика, городская среда

ECOSAD WITH IMITATION OF THE NORTHERN LANDSCAPE AS AN ELEMENT OF FILLING THE CITY PARK STRUCTURE

T. Yu. Zhelonkina, N. E. Serebryakova*, Yu. V. Granitsa

Volga State University of Technology,
Russian Federation, 424000, Yoshkar-Ola, pl. Lenin, 3

*nataliaserebro@mail.ru

The parameters of the comfort of the urban environment and the modern vectors of the formation of urban local objects of landscaping: natur garden and semantic load are indicated. The concept of an eco-garden introduced into the structure of the Tarkhanovsky park in the city of Yoshkar-Ola is presented. The northern landscape of the eco-garden was created using geoplastics and the selection of a characteristic plant assortment. The visualization of the project using 3D modeling technologies is presented.

Key words: Yoshkar-Ola, Tarkhanovsky park, eco-garden, Natur Garden, northern landscape, geoplastics, urban environment

Комфортность городской среды в целом обеспечивают следующие основные составляющие:

- благоприятная экологическая обстановка, эффективно регулируемая рациональной системой озеленения и грамотным подбором ассортимента зеленых насаждений [6, 8];
- функциональность градостроительных решений;
- позитивная визуальная среда, качество которой складывается из ее колористики и уровня агрессивности [1, 4, 5, 7];
- смысловая наполненность территорий.

Проблема создания комфортной среды в городе всегда актуальна. Хорошо организованные озелененные территории способны вдохновить людей, реализовать их потребности в коммуникации, способствовать оздоровлению, стимулируя на пребывание на свежем воздухе, занятия спортом. Огромное значение при этом имеют не размеры городских пространств, а ощущение, что эти пространства гостеприимны, популярны и поэтому значимы [2].

В настоящее время в создании городских локальных объектов озеленения мы можем выделить два вектора, отвечающих общим принципам формирования комфортной среды:

- природное (экологическое) направление в стилистике;
- организация развивающих, деятельных пространств, позволяющих не только соприкоснуться с природой, но и получить новый опыт.

Учитывая все вышесказанное, мы предлагаем концепцию ландшафтной организации участка «Парка им. 50-летия ВЛКСМ» («Тархановского парка») города Йошкар-Олы в природном стиле с имитацией северного ландшафта.

В настоящее время парк представляет собой неблагоустроенную территорию с эксплуатируемым футбольным стадионам, детской площадкой и остаточным зеленым каркасом. Площадь парка составляет 12,18 га, он расположен на северо-западе города, ограничен улицами Речная, Спортивная, Дружбы, Транспортная и разделен на две части рекой Шоя.

Городские власти проявляют заинтересованность в обновлении парка, включении его в комфортную среду, проводятся конкурсы проектных решений по организации всей его территории. Для нашего предложения взято за основу архитектурно-планировочное решение парка, представленное в рамках документации к Международному конкурсу эскизных концепций благоустройства парка [3].

Под разработку концепции экосада задействован участок площадью 3817,9 кв.м., расположенный вдоль главной аллеи парка и ограниченный второстепенными прогулочными дорожками.

Основная идея проекта – создание участка обособленного участка в структуре парка, в котором посетители окунуться в аскетичную спокойную красоту северной природы.

Северные ландшафты занимают около 5-7% суши планеты. Для этого климата характерна вечная мерзлота и непродолжительное лето, когда средняя температура воздуха достигает +10°C. Низкие температуры вызывают скопление влаги, что приводит к образованию болотистых территорий.

В естественных условиях короткого полярного лета органические вещества не успевают разложиться полностью, отсюда ограничение роста растений, так как питательность почвы и содержание азота очень низкие. Вегетационный сезон в сравнении со Средней полосой очень короткий, но, несмотря на суровые климатические условия, местный растительный мир богат и красив.

Как яркий пример реализации природных ландшафтов, в том числе и северного, нельзя не упомянуть нашумевший парк «Зарядье» в Москве. Его роль весьма значима не только как уголка естественной природы в сердце мегаполиса, но и как флагамена современных тенденций в паркостроении и элемента новой развивающей среды.

Осуществить передачу духа северного ландшафта в «Тархановском парке» предлагаем через применение геопластики – создания небольших искусственных холмиков, формирующих объемно-пространственное решение территории, увеличивающих ее эстетическую выразительность при плоском рельефе. Кроме того, данный прием позволяет рационально использовать техническую землю и строительный мусор, согласно принципам экологического проектирования. Растения планируются высаживаться в специализированные карманы с плодородным грунтом.

На рисунке 1 представлен генеральный план участка экосада с имитацией северного ландшафта в «Тархановском парке» города Йошкар-Олы.



Рисунок 1 – Генеральный план экосада

Холмы имеют плавную конфигурацию с перепадами высот, не превышающую 1,5-2 м. Вокруг холмов плавными изгибами, подчеркивающими естественную среду, проходят тропинки, охватывающие весь участок. В местах отдыха устанавливаются деревянные скамьи намеренно грубого выполнения. Для объединения архитектурных элементов и природной среды использованы необработанные камни и отсыпка.

При формировании растительных композиций подобраны растения, характерные для условий тундры и лесотундры: мхи, представители семейства вересковые, низкорослые стланиковые древесные растения с преобладанием хвойных. Широко задействованы следующие таксоны: кустовидные сорта и разновидности сосны обыкновенной, сосны горной, пихты корейской; кедровый стланик; микробиота перекрестнопарная; виды и сорта можжевельника; морозостойкие гибридные ивы; береза карликовая.

Холмы оформлены мхами и почвопокровными растениями: морозостойкими сортами вереска обыкновенного, эрики травяной, эрики четырехмерной; брусникой, черникой, клюквой, морошкой, голубикой, ивой полярной.

Высокорослые древесные виды использованы ограниченно, в основном, по периферии участка (вдоль главной аллеи) для создания его обособленности, акцентов, зонирования и обеспечения зимней декоративности: лиственница сибирская, пихта сибирская, береза бумажная.

Наглядно составить визуальный портрет территории позволяет 3D моделирование видовых точек, указанных на генеральном плане (рисунок 2-4).



Рисунок 2 – Видовая точка 1



Рисунок 3 – Видовая точка 2



Рисунок 4 – Видовая точка 3

Таким образом, концепция проекта экосада, внедренного в структуру городского парка, позволяет реализовать не только современный тренд природного (экологического) стиливого направления, обеспечить места отдыха населения, но и несет образовательный посыл. Экосад позволяет познакомиться с далекими северными ландшафтами, а установка информационных табличек поможет узнать и специфические элементы северной флоры.

Библиографический список

1. Атаханова, Н.М. Цветовая гармонизация урбандиафта растительными средствами/ Н.М. Атаханова, Н.Е.Серебрякова// Социально-гуманитарные науки и практики в XXI веке: человек и общество в меняющемся мире: сборник материалов XV международной весенней научной конференции. – Йошкар-Ола, 2019. - С. 340-342.
2. Львова, К.Н. Городской сквер: проблемы ландшафтной организации в свете современных тенденций/ К.Н. Львова, Н.Е.Серебрякова// Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. - 2018. - № 2. -С. 71-74.

3. Российская архитектура. Благоустройство парка Тарханово в Йошкар-оле //URL: <https://archi.ru/contests/18621/blagoustroistvo-parka-tarkhanovo-v-ioshkar-ole>
4. Семенова, В.И. Оценка колористического разнообразия хвойных и декоративно-лиственных таксонов питомников Среднего Поволжья/ В.И. Семенова, Н.Е.Серебрякова//Материалы I Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области ландшафтной архитектуры и лесного дела –Саратов, СГАУ имени Н.И. Вавилова"- 2019. - С. 125-128.
5. Семенова, В.И. Сочетание цветов и использование их в озеленении/ В.И. Семенова, Н.Е.Серебрякова// Научному прогрессу – творчество молодых. - 2018. -№3. -С. 58-60.
6. Серебрякова, Н.Е. Влияние антропогенной трансформации почв на состояние древесных видов города Йошкар-Олы/ Н.Е.Серебрякова, К.В. Гринченко, В.Н. Карасев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. - 2019.- № 4 (11). -С. 78-85.
7. Серебрякова, Н.Е. Диагностика агрессивности визуальных полей бульвара Победы города Йошкар-Олы/ Н.Е.Серебрякова, А.С.Зиновьева, А.С.Полканова, К.В.Харисова, Якупова Г.И., Р.Р. Ямалиева, Т.Ю. Желонкина // Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Российской Федерации: сборник статей III Международной научно-технической конференции "Минские научные чтения-2020". – Минск: Белорусский государственный технологический университет , 2021. – С. 174-179.
8. Серебрякова, Н.Е. Оценка качественного состава живых изгородей города Йошкар-Олы/ Н.Е.Серебрякова, А.С. Сватухин, А.А.Решетняк // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. - 2020.- № 3 (14). -С. 71-78.

© Желонкина Т. Ю., Серебрякова Н. Е., Граница Ю. В., 2021

УДК 630*323

WIND TREE КАК СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

А. Ю. Карнаухов*, А. И. Аугутин

Научный руководитель – Е. В. Авдеева

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

*E-mail: ndartik@yandex.ru

В статье приводится проект обустройства города с применением современной технологии «Wind tree», которая является не только источником энергии, но и отличным дополнением к ландшафту парков и скверов.

Ключевые слова: экология, ветряное дерево, альтернативные источники энергии

WIND TREE AS A MODERN ECO-FRIENDLY SOLUTION FOR IMPROVING THE URBAN ENVIRONMENT

A. Y. Karnaukhov*, A. I. Avgutin

Scientific supervisor – E.V. Avdeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

*E-mail: ndartik@yandex.ru

The article presents a project of urban development with the use of modern technology "Wind tree", which is not only a source of energy, but also an excellent addition to the landscape of parks and squares.

Keywords: ecology, wind tree, alternative sources of energy

Современному поколению следует принять во внимание возможность развития города с внедрением «зеленых» технологий. Одной из таких технологий является конструкторское решение, которое сочетает в себе и красоту, и пользу одновременно.

Wind Tree —технология, которая представляет собой искусственное дерево. Важная составляющая этого дерева не только внешний вид, но и способность выработки электричества с помощью ветра. В качестве листьев, данное дерево имеет турбины с небольшими лопастями, которые раскручиваются с помощью воздушного потока, при этом, необязательно чтобы был сильный ветер, так как турбины работают и при слабом. В сумме, ветряк включает в себя 36 турбин, которые совместно вырабатывают более 3.5 кВт. Такой же объем может выработать небольшая бытовая солнечная установка.

Энергия ветра обладает рядом преимуществ. Она бесплатна, экологична и неисчерпаема. По всему миру стоят множество ветряков, которые используют энергию ветра для преобразования в электрическую, однако, они слишком большие для городской среды, слишком шумные во время работы и их вид не вписывается в эстетику парков и скверов. Самым главным минусом является то, что они начинают работать при скорости ветра не менее 13-15 км/ч [1-3].

Эта ветряная турбина меньше большого ветряка, но, прежде всего, намного эстетичнее. Сооружение может легко вписаться в парк или сквер, так как данная композиция имеет форму

деревя. «Листья» данного дерева не издают сильного шума, что несомненно является плюсом для тихих зон.

Дерево со стальным стволом и пластиковыми листьями может работать большую часть года. Фактически, как только скорость ветра достигает 2 метров в секунду, небольшие ветряные турбины могут работать против 4 метров в секунду для обычных ветряных турбин. Дерево высотой почти 10 метров может удовлетворить потребности в электроэнергии семьи из четырех человек. Он может производить от 2,5 до 4 кВтч [5].

Стоимость дерева такого размера составляет около 49680 евро. Сумма, которая представляет собой определенное вложение, но позволит вам впоследствии значительно сэкономить. Ему дается срок службы в десять лет, после чего необходимо провести техническое обслуживание конструкции.



Рисунок 1 – Пример установленного «Ветряного дерева»

Таблица 1

Технические характеристики

Высота «Ветряного дерева»	9,8 м
Диаметр дерева	8 м
Высота «Ветряного листа»	0.97 м
Общий вес	3590 кг
Кол-во листьев	36
Минимальная скорость ветра	2 – 2.5 м/с
Максимальная скорость ветра	30-40 м/с
Выходной вольтаж	110/230 В
Заявленная мощность	10 800 Вт
Номинальная мощность	5868 Вт
Скорость установки	2-4 дня
Минимальное расстояние между деревом и ближайшим зданием	6 м
Максимальное расстояние между деревом и электрошкафом	20 м

Ветряное дерево подключается к локальной сети через электрический шкаф, а для него следует подготовить выделенное пространство на расстоянии не более 20 метров. В дополнение к «Ветряному дереву» и его электрическому шкафу также предоставляются провода для их соединения. Общая установка соответствует действующим европейским стандартам.

В дополнение к очень низкому стартовому порогу у этих листьев есть преимущество бесшумной работы благодаря небольшому радиус их лопастей и отсутствие редуктора.

Каждый «Ветряной лист» состоит из синхронного генератора с постоянными магнитами. Генератор, разработанный в New World Wind, имеет статор (медная обмотка соединена с электронной картой) и ротор, состоящий из двух пластин, поддерживающих магниты. Просто запускается вращением лезвия, без ремней или шестерен, магниты создают магнитное поле, генерируя напряжение и переменный ток [4, 5].



Рисунок 2 – Составная конструкция «Ветряного листа»

Ниже приведена 3D модель в качестве макета «aeroleaf». Данная конструкция включает в себя корпус и лопасти необходимые для вращения с помощью ветра.

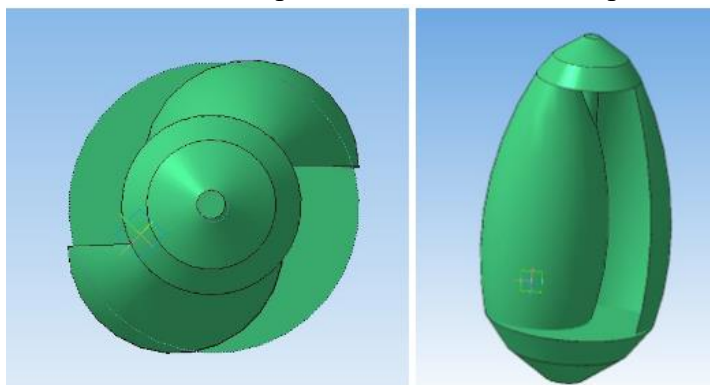


Рисунок 3 – Макет «Ветряного листа», выполненный в программе Компас 3D

Библиографический список

1. Гулд, Х. Компьютерное моделирование в физике / Х. Гулд, Я. Тобочник. - М.: 1990. - 244 с.
2. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. М.: Энергоатомиздат, 1983. - 200 с
3. Свен Уделл. «Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии» Изд. «Знание», Москва, 1980. – 88 с.
4. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Л.М. Четошникова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 69 с.
5. New world wind [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newworldwind.com/en/wind-tree/> (дата обращения 25.04.2021).

© Карнаухов А. Ю., Авгутин А. И., 2021

УДК 712.4.01

СИРЕНЕВЫЙ САДИК: ИДЕЯ, ОБРАЗ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТНЫХ РЕШЕНИЙ

М. Ю. Кузнецова, Н. Е. Серебрякова*

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

*nataliaserebro@mail.ru

Разработан проект сиринария для применения в городской среде с использованием 3 видов и 9 сортов сирени. В основе проекта - древнегреческая легенда о Пане и Сиринге. Стиль проекта – модерн. При помощи технологий 3D моделирования представлена визуализация проекта в дневное и вечернее время.

Ключевые слова: сиринарий, сиреневый садик, сирень, стиль модерн.

LILAC GARDEN: IDEA, IMAGE, VISUALIZATION OF LANDSCAPE SOLUTIONS

M. Yu. Kuznetsova, N. E. Serebryakova*

Volga State University of Technology,
Russian Federation, 424000, Yoshkar-Ola, pl. Lenin, 3

*nataliaserebro@mail.ru

A syringarium project has been developed for use in an urban environment using 3 types and 9 varieties of lilacs. The project is based on the ancient Greek legend about Pan and Syring. The style of the project is modern. With the help of 3D modeling technologies, the visualization of the project is presented in the daytime and in the evening.

Key words: syringarium, lilac garden, lilac, modern style

Род сирень относится к семейству маслинных и объединяет около 30-40 видов [4].

Феерия красок, изысканный аромат, неповторимая красота – так можно описать цветение замечательного древесного кустарника сирени. Это уникальное растение наполняет наши сады и парки особым очарованием, создает удивительную атмосферу весеннего праздника. Несмотря на появление всевозможных новинок среди садовых растений, сирень остается самой востребованной культурой.

В результате работы селекционеров мировой сортовой фонд сиреней в настоящее время насчитывает около 1400 сортов, обладающих разнообразными оттенками, формой цветков и сроками цветения. Из них более 90% только двух видов сирени – обыкновенной и широколистной [2, 5].

Для знакомства с полиморфизмом сиреней, красотой их цветения предлагаем проект специализированного сада – сиринария, адаптированного для городской среды.

В связи с возрастанием требований к озелененным пространствам, необходимостью их идейного наполнения, стилистической и колористической выдержанности [1, 3], проект сиринария обрел свою идею и название - романтический сад «Пан и Сиринга». В основу образа сиринария легла древнегреческая легенда, согласно которой, молодой Пан - бог лесов и лугов, повстречал однажды прекрасную речную нимфу Сирингу, побегал за ней, но она превратилась в благоухающий куст с нежными лиловыми цветами.

Территория участка небольшая, общая его площадь занимает 225 м², в том числе площадь озеленения 129,8 м². Ландшафтный замысел реализован в стиле «модерн» - гимне чистоте линий. В проекте широко использованы соответствующие стилю скульптуры сатиров

и нимф, скамьи для отдыха. Сидя на любой из них можно увидеть центральную скульптуру «Пан и Сиринга» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Генеральный план участка озеленения «Пан и Сиринга»

В сирингарии применены 6 сортов сирени обыкновенной, 2 сорта сирени Мейера и 1 сорт сирени Престона с различной окраской цветков и габитусом кроны. Размещение растений свободное для обеспечения равномерного освещения и обильного цветения. Стриженная изгородь из кизильника блестящего структурирует и зонировует пространство, придает стилистическую завершенность (рисунок 2).

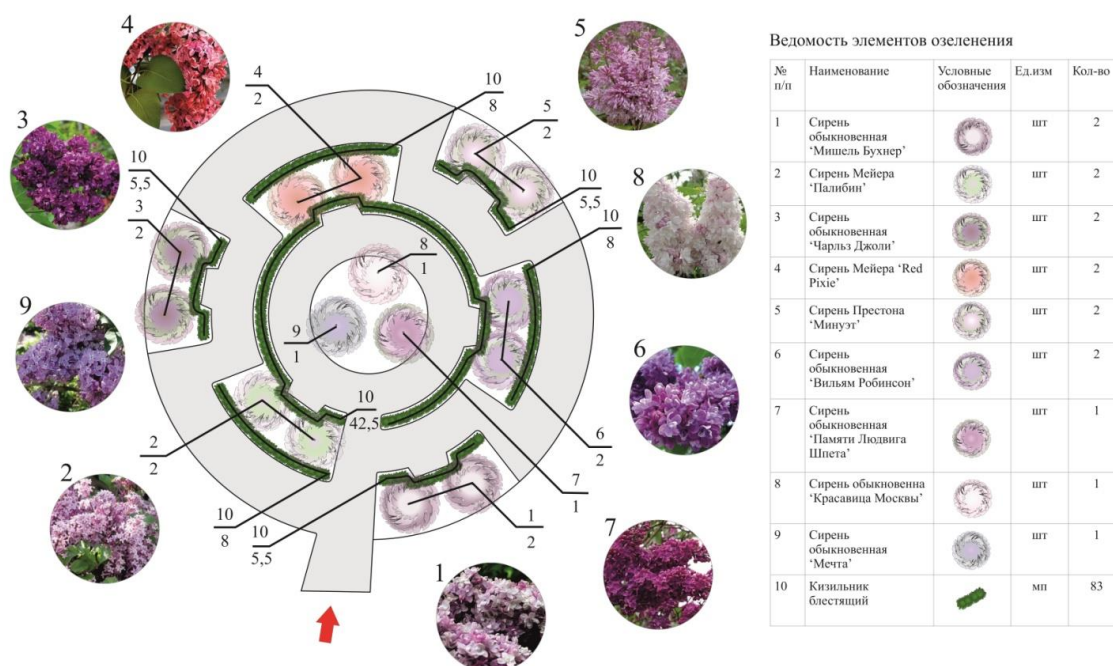


Рисунок 2 – Дендроплан участка озеленения «Пан и Сиринга»

Сиринарий приятен и для вечернего отдыха благодаря ненавязчивому освещению (рисунок 3).



Рисунок 3 – 3D модели участка озеленения «Пан и Сиринга» при дневном и вечернем освещении

Визуализация проекта при дневном освещении представлена на рисунках 4-6.



Рисунок 4 – Видовая точка 1. Центральная площадка со скульптурой «Пан и Сиринга»



Рисунок 5 – Видовая точка 2 (естественное освещение)



Рисунок 6 – Видовая точка 3 (естественное освещение)

Визуализация проекта в вечернее время при использовании ландшафтного освещения представлена на рисунках 6-8.



Рисунок 7 – Видовая точка 2 (ландшафтное освещение)



Рисунок 8 – Видовая точка 3 (ландшафтное освещение)

Проект актуален, имеет стиль и идейное наполнение, применим на городских объектах озеленения и общественных пространствах.

Библиографический список

1. Атаханова, Н.М. Цветовая гармонизация урбандизации растительными средствами/ Н.М. Атаханова, Н.Е.Серебрякова// Социально-гуманитарные науки и практики в XXI веке: человек и общество в меняющемся мире: сборник материалов XV международной весенней научной конференции. – Йошкар-Ола, 2019. - С. 340-342.
2. Лунева, З.С. Сирень / З.С. Лунева, Н.Л. Михайлов, Е.А. Судакова. - М.: Агропромиздат, 1989. - 256 с., ил.
3. Львова, К.Н. Городской сквер: проблемы ландшафтной организации в свете современных тенденций/ К.Н. Львова, Н.Е.Серебрякова// Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. - 2018. - № 2. -С. 71-74.
4. Пчелин, В.И. Дендрология. Учебник./В.И. Пчелин. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2007.-520 с.
5. Серебрякова, Н.Е. Декоративная дендрология: практикум для студентов направления бакалавриата 35.03.10 "Ландшафтная архитектура" (профиль "Садово-парковое и ландшафтное строительство") / Н.Е. Серебрякова, С. В. Мухаметова. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2019. – 98 с.

© Кузнецова М. Ю., Серебрякова Н. Е., 2021

УДК 517.9:51-74

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВХОДНОЙ ЗОНЫ В ПАРКЕ 400-ЛЕТИЯ ГОРОДА
КРАСНОЯРСКА. 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ПРОГРАММЕ «НАШ САД КРИСТАЛЛ»
ВЕРСИЯ 10.0**

В. Д. Томышева*, А. А. Духновская

Научный руководитель – Е. В. Авдеева

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

*E-mail: zawwv@mail.ru

Работа посвящена созданию входной зоны в парке 400-летия города Красноярск, проектированию её в программе «Наш Сад Кристалл» версия 10.0 и подбору растений в данную зону.

Ключевые слова: входная, зона, растения, гамма.

**DESIGN OF THE ENTRANCE ZONE IN THE PARK OF THE 400TH ANNIVERSARY
OF THE CITY OF KRASNOYARSK. 3D VISUALIZATION IN THE PROGRAM «OUR
GARDEN CRYSTAL» VERSION 10.0**

V. D. Tomysheva*, A. A. Dukhnovskaya

Scientific supervisor – E. V. Avdeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

*E-mail: zawwv@mail.ru

The work is devoted to the creation of an entrance zone in the park of the 400th anniversary of the city of Krasnoyarsk, its design in the program «Our Garden Crystal» version 10.0 and the selection of plants for this zone.

Keywords: entrance, zone, plants, gamma.

Одной из важнейших проблем является улучшение окружающей человека среды и организация здоровых и благоприятных условий жизни. В решении этой проблемы важное место занимает озеленение территорий в виде скверов, бульваров, парков культуры и отдыха. Проектирование парка является важным культурным аспектом, при котором город будет становиться уютней, красивей и удобней. Основной задачей проектирования и строительства нового или реконструкции уже существующего парка является создание эстетической и комфортной городской среды. Правильное оформление входной зоны создаёт положительные впечатления у посетителей.

Роль входной зоны в парк – это не только привлечение людей для посещения данной культурной зелёной зоны, но и разграничение парковой зоны от остального городского пространства. Входная группа парка активного отдыха должна создаваться таким образом, чтобы её было хорошо видно с проезжей части, с перекрестка — оттуда, откуда движется большинство людей. При устройстве входа необходимо оценить особенности расположения парка. Так как парк 400-летия города Красноярск находится вблизи проезжей части, входная зона должна обеспечивать некую защиту от дорожной пыли [1].

В программе «Наш Сад Кристалл» версия 10.0 проектируем входную зону, в режиме «планировщик» создаём место под посадку растений. В парке 400-летия г. Красноярск в центральной части входной зоны размещены три главных формы, одна в центре прохода, остальные две прикреплены к боковым зелёным участкам входной зоны, которые обрамляет живая изгородь из дёрена (рисунок 1).



Рисунок 1 – Дендрологический план входной зоны парка “И.мени 400-летия города Красноярск”

Условные обозначения:

					
Можжевельник казацкий - <i>Juniperus sabina</i> 'Blue Danube'	Пузыреплодник калинолистный - <i>Physocarpus</i> <i>opulifolius</i> 'Diabolo'	Роза морщинистая - <i>Rosa rugosa</i> <i>alboplana</i>	Спирея березолистная - <i>Spiraea</i> <i>betulifolia</i> 'Tor'	Рододендрон белоцветковый - <i>Rhododendron</i> <i>albiflorum</i>	Рододендрон Кубитта - <i>Rhododendron</i> <i>veitchianum</i> (<i>R. cubittii</i>)
					
Спирея ниппоника - <i>Spiraea</i> <i>nipponica</i> 'Snowmound' (<i>S. nipponica</i> var. <i>tosaensis</i>)	Калина обыкновенная - <i>Viburnum</i> <i>opulus</i> 'Roseum'	Дерен белый - <i>Cornus alba</i> 'Sibirica <i>Variegata</i> '			

Далее засаживаем отведённые места wybranными кустарниками. При проектировании входной зоны в парке 400 летия г. Красноярска выбраны такие растения: Дерен белый - *Cornus alba* 'Sibirica Variegata' – 50 шт., Калина обыкновенная - *Viburnum opulus* 'Roseum' – 1 шт., Можжевельник казацкий - *Juniperus sabina* 'Blue Danube' - 2 шт., Пузыреплодник калинолистный - *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' – 4 шт., Рододендрон белоцветковый - *Rhododendron albiflorum* – 4 шт., Рододендрон Кубитта - *Rhododendron veitchianum* (*R. cubittii*) – 7 шт., Роза морщинистая - *Rosa rugosa alboplana* – 2 шт., Спирея березолистная - *Spiraea betulifolia* 'Tor' – 1 шт., Спирея ниппоника - *Spiraea nipponica* 'Snowmound' (*S. nipponica* var. *tosaensis*) – 4 шт.. [2]

Растения подобраны по совместимости посадки друг с другом, а также в соответствии с климатическими условиями. Климат в городе Красноярске континентальный с морозной зимой и жарким летом с малым количеством осадков. Все подобранные кустарники морозостойкие. [3]

При выборе гаммы цветений деревьев и кустарников ориентировались на то, что эти растения находятся на входной зоне и должны составлять яркий и красочный массив, который не останется без внимания проходящих мимо людей. А именно красно-белая гамма; также есть вечнозелёные насаждения и кустарник с красными ягодами, которые в зимнее время года не оставят входную зону без цветового акцента. Так как центральное дерево имеет два главных цвета, оно выделяется на фоне белого массива. И тобы не было отдельного яркого пятна на

входной зоне, в боковые клумбы добавлены красные кустарники. Красная цветовая линия разбавляет белую часть массива, и собой объединяет все клумбы.

Программа «Наш Сад Кристалл» версия 10.0 позволяет посмотреть реконструируемый участок в виде 3D модели, увидеть, как будут выглядеть подобранные растения в зависимости от возраста и масштаба, с разных углов и сторон, и понять соотношение размеров находящихся на местности объектов (рисунки 2-4):



Рисунок 2 – Вид с дороги, ул. Октябрьская



Рисунок 3 – Вид со стороны ул. Авиаторов



Рисунок 4 – Вид на входную зону со стороны парка

Входная зона в разные времена года

В программе «Наш Сад Кристалл 10.0» есть возможность поменять время года и посмотреть, как растения будут выглядеть в зависимости от изменения сезона, как поменяется цветовая гамма подобранной группы кустарников.

Осенью и летом во входной зоне преобладает зелёная гамма, а цветовым акцентом являются: калина в центре зоны и пузыреплодники в боковых клумбах (рисунки 5-6).



Рисунок 5 – Входная зона осенью



Рисунок 6 – Входная зона летом

Весной кустарники начинают цвести и в основную красно-зелёную гамму включается белый цвет (рисунок 7).



Рисунок 7 – Входная зона весной

Зимой основной цвет массива – зелёный, но в центре на главном дереве остаётся цветовой акцент – красные ягоды (рисунок 8).



Рисунок 8 – Входная зона зимой

Входные группы — это первое, на что обращает внимание любой человек, и на основе чего он составляет свое представление об этом месте, оценивая для себя его

привлекательность. Оформление входа в парк играет ключевую роль для привлечения посетителей, создает определенную атмосферу и настроение, заранее заинтересовывает аудиторию. Гармоничная композиция всегда вызывает приятные ассоциации у прохожих.

Библиографический список

1. Заитова И.Л., Декоративные древесные группы / И.Л. Заитова, И.В. Мочалов, А.Ю.Сапелин, Н.А. Филиппова; - М.: Изд-во "Брунс", 1999. - 49 с.
2. И.Ю. Коропачинский, Р.И. Лоскутов “Древесные растения для озеленения КРАСНОЯРСКА” 2014 г. – 320 с.
3. Авдеева Е.В., Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Деревья: в 2 ч. Ч. 1. Посадка: Учебное пособие /Авдеева Е. В., Кухар И. В. – Красноярск: СибГУ, 2020. – 150 с.

© Томышева В. Д., Духновская А. А., 2021

УДК 517.9:51-74

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ХОЛМА В ПАРКЕ 400-ЛЕТИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСК ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ «НАШ САД КРИСТАЛЛ ВЕРСИЯ 10.0»

А. А. Духновская*, В. Д. Томышева

Научный руководитель – Е. В. Авдеева

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

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

*E-mail: duhnovka@gmail.com

В статье рассмотрен один из методов создания трехмерных моделей в программе «Наш Сад Кристалл версия 10.0». Построение происходит с опорой на холм, расположенный в парке 400-летия города Красноярск.

Ключевые слова: трехмерная модель, рельеф, холм.

CREATION OF A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF A HILL IN THE PARK OF THE 400TH ANNIVERSARY OF THE CITY OF KRASNOYARSK THROUGH THE PROGRAM «OUR GARDEN CRYSTAL VERSION 10.0»

A. A. Dukhnovskaya*, V. D. Tomysheva

Scientific supervisor – E. V. Avdeeva

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

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

*E-mail: duhnovka@gmail.com

The article describes one of the methods for creating three-dimensional models in the program «Our Garden Crystal Version 10.0». The construction takes place with support on a hill located in the park of the 400th anniversary of the city of Krasnoyarsk.

Key words: three-dimensional model, relief, hill.

Создание трехмерной модели холма производится для дальнейшего облагораживания с опорой на реальные фото, сделанные в парке, изображение со спутника и замеров на этом изображении. Программа Наш Сад Кристалл 10 позволяет построить план участка озеленения и его рельефа, а далее преобразовать в трехмерную модель, что облегчит последующее облагораживание за счет наглядной визуализации начальных данных и всех дальнейших изменений.

В программе Наш Сад Кристалл 10 для создания объектов рельефа используется принцип работы с поверхностями. Создаются поверхности, а далее с помощью изменения некоторых характеристик (высота, угол наклона, границы области и др.) преобразуются в объемные модели.

Рассмотрим детальнее процесс создания трехмерной модели холма.

Загрузка фона плана

Заранее обрезанное изображение со спутника, на основании которого будет происходить дальнейшее построение, требуется загрузить на план в качестве основы проекта. Для загрузки необходимо выбрать – Главное меню > Файл > Новый план, и используя закладку Фон плана вставить изображение. Загруженное изображение изменяется в размере с соблюдением определенного масштаба, в данном случае 1:1 (действительный размер: размер на плане).

Действительный размер узнается через сервисы, что предоставляют спутниковые изображения Земли и имеют функцию измерения расстояний (рисунок 1) [1].

Размещение уже существующих объектов на план

Основным элементом программы является Планировщик объекта - окно для создания, редактирования и просмотра созданных проектов, в котором располагается проектируемый план. С помощью инструментов планировщика необходимо разместить объекты (деревья, камни, дорожки), что находятся на холме и вокруг него, ориентируясь на реальные фото и изображения со спутника (рисунок 2). В программе имеется набор камней, изменяя параметры которых, создаются камни похожие на реальные [2].



Рисунок 1 – Фон плана

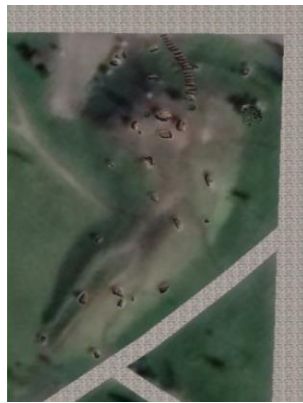


Рисунок 2 – Размещение объектов, находящихся в парке на план

Создание основы рельефа холма

В окне Рельеф плана создается или редактируется рельеф объекта. Для изменения формы рельефа в окне Планировщик необходимо разместить объекты Поверхность. Существует несколько форм для размещения поверхностей. Для создания основы рельефа холма удобнее всего использовать режим «Произвольная поверхность» [2].

В данном случае вершина холма имеет области возвышенностей и низменностей (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Фотографии холма

Для дальнейших построений создается основа холма – поверхность, повторяющая форму вершины холма (рисунок 4). Форма поверхности вычерчивается приблизительно с опорой на реальные фотографии, фон плана и объекты, что уже размещены на плане.

Также вершина холма имеет зоны возвышенностей. Выделяются самые явные возвышенности и размещаются поверхности в качестве основы для их рельефа (Рисунок 5). Размещение осуществляется тем же способом, что и размещение поверхности основы холма.



Рисунок 4 – Поверхность основы холма

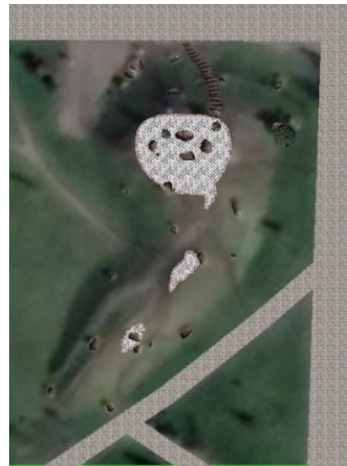


Рисунок 5 – Поверхности зон возвышенностей

Трехмерное преобразование холма

Для трехмерного преобразования основы холма требуется перейти в окно Рельеф (рисунок 6), выбрать поверхность, которая является основой холма, щелкнув левой кнопкой мыши на нее и задав область редактирования рельефа (рисунок 7) [2].



Рисунок 6 – Окно Рельеф плана

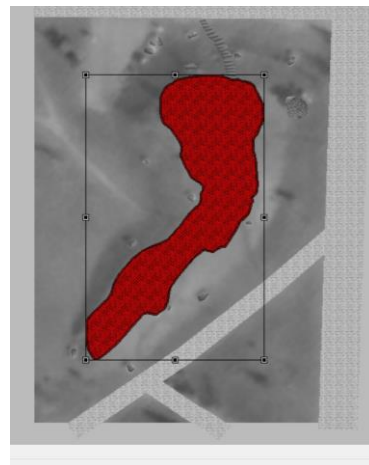


Рисунок 7 – Поверхность, выбранная для редактирования

Кнопкой Инструменты рельефа вызывается окно Свойства области (рисунок 8).

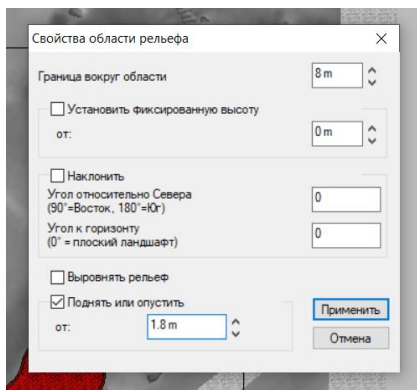


Рисунок 8 – Окно Свойства области рельефа и описание параметров окна

Параметр	Описание
Граница вокруг области	Ширина границы вокруг области изменения рельефа. Чем она больше, тем более пологим будет склон вокруг области.
Установить фиксированную высоту	Установить высоту области над поверхностью земли в метрах. Для задания отрицательного значения высоты поставьте <->.
Наклонить	
Угол относительно Севера	Направление оси наклона области. Диапазон: (0°-360°). Угол относительно Севера: (90°=Восток, 180°=Юг).
Угол к горизонту	Угол наклона области относительно горизонтальной плоскости. Диапазон: (-80° - +80°).
Выровнять рельеф	Удалить рельеф внутри области.
Поднять или опустить	Установить высоту области выше/ниже того, что было раньше.

При создании основы рельефа холма устанавливаются следующие параметры:

Граница вокруг области 7.2 метра, измеряется на фотографии со спутника. Поднимается основа холма на высоту 1.8 метра (рисунок 9).

На холме выделено три области возвышенностей, одна имеет высоту 2.5 метра и границу вокруг области 7.2 метра, оставшиеся имеют высоту 2 метра и границу вокруг области 2 метра. Построение происходит аналогично с построением основы холма, но с одной особенностью: при создании рельефа на ранее размещенном рельефе высоты суммируются, поэтому устанавливается фиксированная высота – высота, выше которой холм не поднимется в данной области (рисунок 9).

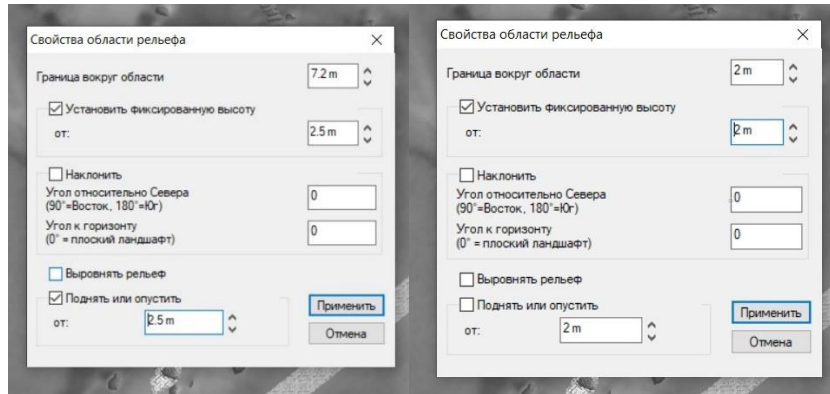


Рисунок 9 - Параметры для зон возвышенностей холма

После всех манипуляций поверхности удаляются, так как они являются вспомогательными инструментами для редактирования рельефа, в данной режиме изменяется само полотно плана. Созданный рельеф (рисунок 10) нельзя скопировать или переместить. Удалить рельеф можно, сделав нулевой его высоту.

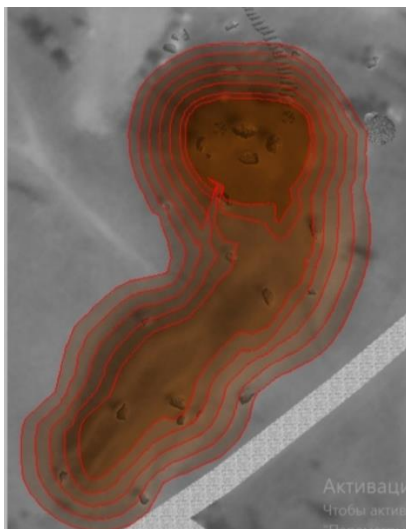


Рисунок 10 – Рельеф холма

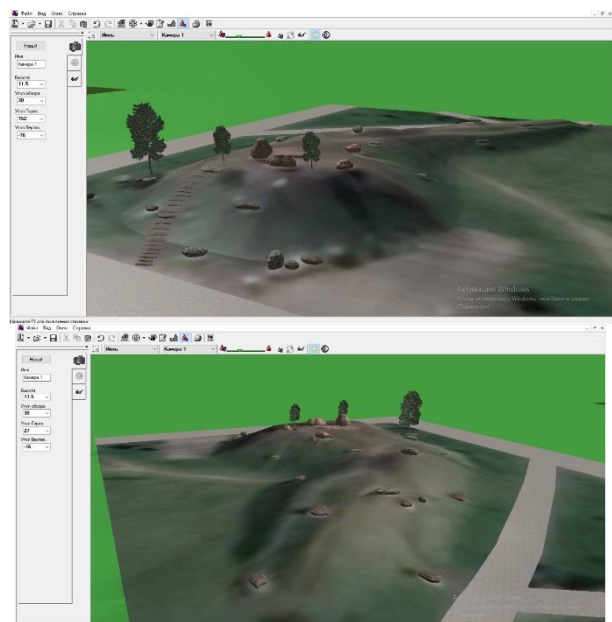


Рисунок 11 – 3Д визуализация холма в парке 400-летия г. Красноярск

Облагораживание холма

Трехмерная модель холма значительно упрощает последующее облагораживание (рисунок 12). Прокладываются тропинки, размещается растительность, устанавливаются светильники [3].



Рисунок 12 – Трехмерная модель холма после облагораживания



Рисунок 13 – Холм в зимнее время года и ночное время суток

3Д визуализация проекта не является обязательным моментом, но может быть очень полезна. Визуальный образ дает полное представление о декоративности ландшафтных композиций, дает возможность зримо оценить стилистическое сочетание ландшафта и всех построек на участке, правильно представить вертикальное решение ландшафта на сложном рельефе, вовремя определить узкие моменты и недостатки с целью их корректировки, более точно оценить цветовую палитру, выбрать декоративные объекты, утвердить те или иные растения.

Программа «Наш Сад кристалл версия 10.0» позволяет спроектировать фрагмент местности, задать рельеф, разместить на плане здания и сооружения, проложить дорожки и водоемы, расставить декоративные элементы и посадить растения (в программе имеется большая библиотека растений). Важной возможностью программы является просмотр всего ранее созданного в 3Д режиме с изменением высоты и угла обзора, времени суток и времени года (рисунок 13). Установив высоту обзора на высоту роста человека, можно прогуляться по проектируемому объекту [1].

Библиографический список

1. Руководство пользователя. «НАШ САД. Кристалл 10.0». Компьютерная программа для ландшафтного дизайна / DiComp. 2014. - 112 с.
2. Авдеева, Е.В. Информационные технологии в ландшафтном проектировании: учебное пособие для студентов направления 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» профилей «Машины и оборудование для садово-паркового и ландшафтного строительства», «Сервис транспортных и транспортно-технологических комплексов» очной и очно-заочной форм обучения /Е.В.Авдеева, Е.В.Вагнер. – Красноярск: СибГАУ, 2016. – 111 с.
3. Авдеева, Е.В. Зеленые насаждения городов Сибири / Е.В.Авдеева. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – 150 с.

УДК 712-1

РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ВИДОВЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ НАБЕРЕЖНОЙ ГОРОДА ЙОШКАР-ОЛЫ

Л. В. Косарева^a, Ю. В. Граница^b

Поволжский государственный технологический университет
Российская Федерация, 424000 Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина 3.

^aE-mail: lyubovkosareva52@mail.ru,

^bE-mail: granitsa-yulia@mail.ru

3D программы играют важную роль в садово-парковом и ландшафтном проектировании территорий. Они развиваются, расширяя интерфейс возможностей. Давая все больше возможностей для реалистичности картинки при построении моделей и удобства использования инструментов. Одной из таких программ является SketchUp.

Ключевые слова: 3D модель, SketchUp, набережная, проект

DEVELOPMENT OF A 3D MODEL OF VIEW POINTS FOR THE PROJECT OF RECONSTRUCTION OF THE YOSHKAR-OLA WATERBANK TOWN

L. V. Kosareva^a, Y. V. Granitsa^b

Volga State Technological University
3, pl. Lenin, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation.

^aE-mail: lyubovkosareva52@mail.ru,

^bE-mail: granitsa-yulia@mail.ru

3D programs play an important role in landscape gardening and landscape design of territories. They evolve by expanding the interface of possibilities. Giving more and more opportunities for realism of the picture when building models and usability of tools. One of these programs is SketchUp.

Keywords: 3D model, SketchUp, embankment, project

Требования к современным проектам индустрии таковы, что эти ландшафты должны быть максимально реалистичными, и можно с уверенностью сказать, что качество компьютерной графики в данной сфере будет непрерывно повышаться [1].

Сравнительный анализ работ, ведущихся в этой области, представлен в статье, содержащей оценку возможностей различных цифровых технологий 3D моделирования, включая методы фотограмметрии, а также Computer Vision. SketchUp, CityEngine, Photomodeler и Agisoft Photoscan [2].

Среди них: программы автоматизированного проектирования CAD (SketchUp) и информационного моделирования BIM (ArchiCAD), программы фотограмметрии (Agisoft Photoscan), программы 3D-визуализации и рендеринга (Lumion), интерактивные среды и программные компоненты для работы с STRM (Shuttle Radar Topography Mission) данными (Unity3D), беспилотный летательный аппарат для задач построения 3D-фотограмметрических моделей артефактов и ортофотопланов (гексакоптер на базе контроллера DJI) [3].

Программа SketchUp Pro 2018 — программа для 3D моделирования. Позволяет создавать относительно простые объекты, такие как: архитектурные строения, предметы мебели, интерьера и т.д. Активно используется для создания трехмерных объектов в таких сферах деятельности, как архитектура, строительство и проектирование, стоматология, создание мобильных и компьютерных игр. Считается одним из самых популярных приложений для проектирования и моделирования [4].

Главным композиционным узлом осталась вода и расположенные на ней на 4х уровнях различные малые архитектурные формы, которые соответствуют общему архитектурно-планировочному замыслу. Запланированы уровни урбопланирования и реконструкции:

1. На первом уровне добавить зоны озеленения и благоустройства на самой набережной, где зона ДТС это самый верхний уровень. На всех транспортных и пешеходных мостах предлагается украсить контейнерами с цветами. Установить детскую площадку, зону для мастер классов. Цветники, вертикальное озеленение на опорах в виде деревьев. Выложить интересную плитку с узорами и газоном. На смотровых площадках установить стационарные контейнеры и скамейки с урнами.

2. Второй уровень располагается на бетонных откосах. Предлагается устроить полосы с газоном, цветами, стационарные контейнеры со цветами, кустарниками и газоном. Площадки с граффити для соревнований и граффити, связанные с тематикой располагающих рядом зданий, скамьи с урнами.

3. Третий уровень находится над водной гладью планируется благоустроить спуски к воде. Устроить зоны проката лодок (причалы), с лежаками в виде сетки, зона сцены на понтонах для выступлений, зона для просмотра со скамьями, зона кафе на воде, не стационарными контейнерами с растениями, рядом зона отдыха с разными типами гамаков, скамеек, переносными контейнерами, кашпо и вертикальным озеленением, качающимся мостиком.

4. Четвертый уровень планируется устроить на уровне водной поверхности. Водные плавающие понтонные цветники, которые можно передвигать по воде. Фонтаны с подсветкой на воде.

Баланс территории приведён в таблице 1.

Таблица 1

Запроектированный баланс анализируемой территории

№	Наименование	Площадь, м ²	Доля участия, %
1	Здания и сооружения	1677,7	0,4
2	ДТС	25346,7	6,02
3	Насаждения	2509,9	0,6
4	Цветники	2577,0	0,61
5	Газон	30011,1	7,13
6	Бетонные откосы	93417,3	22,19
7	Берег	12678,3	3,01
8	Водная гладь	252782,0	60,04
Общая площадь проектирования		421000,0	100%

Из таблицы видно, что наибольшую площадь занимает водная гладь: 60,04%, на втором месте бетонные откосы 22,19%. А наименьшую площадь занимают здания и сооружения 0,4%.

Программа SketchUp обеспечивает выполнение визуализации 3Д модулирования для наглядности. Она позволяет после выполнения всех чертежей проекта и текстовой части построить видовые точки (рисунки 1-4), чтобы наглядно изобразить как будет выглядеть после реконструкции набережная. В данной программе возможно создание анимации по построенной 3D модели. Можно настраивать тени. Так же возможно строить разный

ландшафт, повторяющийся все изгибы как в натуре. Построение растений как древесно-кустарниковых, так и травянистых, элементов благоустройства, малых архитектурных форм.



Рисунок 1 – 3D видовая точка №1



Рисунок 2 - 3D видовая точка №2

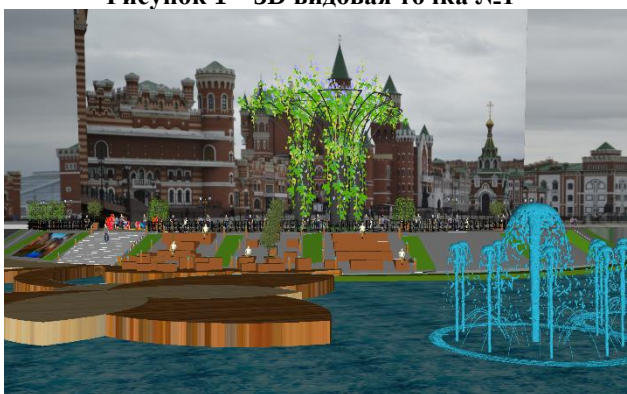


Рисунок 3 - 3D видовая точка №3



Рисунок 4 - 3D видовая точка №4

Построение 3D модели в программе SketchUp дает возможность без проблем, быстро, просто и понятно построить модель для визуализации спроектированного варианта проекта. Для конечного итога при проектировании, что выйдет и как будет выглядеть в реальности.

Библиографический список

1. Яковлев Д. С. Моделирование 3D – ландшафтов большой площади с использованием технологии «Мегатекстура» // Д. С. Яковлев. Решетневские чтения: материалы конференции (Красноярск, 2010 г.) – Красноярск, 2010. - Том 2. - С. 537-538.
2. Бородин Л. И. О виртуальной реконструкции исторического городского ландшафта Белого города // Л. И. Бородин. Историческая информатика (Москва, 2019 г.) – Москва, 2019. - № 4. - С. 90-96.
3. Дрыга Д. И. Реконструкция антропогенного ландшафта полуострова Абрау I в. н. э.: интинерарий и перипл // Д. О. Дрыга, Д.И. Жеребятъев, С.В. Королева, А.А. Малышев, В.В. Моор. Информационный бюллетень ассоциации история и компьютер (Барнаул, 2015 г.) – Барнаул, 2015. - № 44. - С. 13-15.
4. SketchUp [Электронный ресурс]. Режим <https://gsketchup.ru/>

© Косарева Л. В., Граница Ю. В., 2021

УДК 630.11

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ХОДА РОСТА ЕЛИ СИБИРСКОЙ И ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ В УСЛОВИЯХ УРБОСРЕДЫ Г. КРАСНОЯРСКА

А. А. Извеков¹, Е. В. Авдеева²

¹КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края»

Российская Федерация, 660049, г. Красноярск, ул. Ленина, 41

²Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
alexizv@mail.ru

В статье представлены результаты математического моделирования рядов хода роста биометрических параметров ели сибирской и ели колючей, произрастающей в различных градостроительных условиях и типах композиционного расположения насаждений, с последующей интеграцией данных в программный комплекс «Наш Сад».

Ключевые слова: ель сибирская, ель колючая, программа «Наш Сад», ряды хода роста, биометрические параметры.

VISUALIZATION OF THE GROWTH STROKE OF PICEA OBOVATA AND PICEA PUNGENS IN THE CONDITIONS OF THE URBAN ENVIRONMENT IN THE CITY OF KRASNOYARSK

A. A. Izvekov¹, E. V. Avdeeva²

¹KGBU «Center for the implementation of measures for environmental management and protection of the Krasnoyarsk Territory»

41, Lenina st., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

²Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
alexizv@mail.ru

The article presents the results of mathematical modeling of the course of growth of biometric parameters of picea obovata and picea pungens growing in different urban conditions and types of compositional arrangement of plantings, with subsequent data integration into the "Nash Sad" software package.

Key words: picea obovate, picea pungens, «Nash Sad» software, growth paths, biometric parameters

Онтогенез древесных растений в урбосреде значительно отличается от естественных условий произрастания. Зеленые насаждения деградируют в зависимости от степени антропо- и техногенной нагрузки, а при произрастании в сообществах (группах, рядовых посадках) дополнительно вступают и межвидовое взаимодействие. Исследование особенностей роста растений необходимо для создания качественного зеленого каркаса, способного противостоять влиянию абиотических факторов окружающей среды современного промышленного города.

В ходе проектирования и реконструкции объектов озеленения важно представлять перспективы развития зеленых насаждений и при необходимости откорректировать проект на ранних стадиях, что позволит избежать значительных финансовых затрат. Для решения данного вопроса применяются различные формы визуализации результатов математического моделирования, в основу которых положены исследования особенностей хода роста биометрических параметров древесных растений в зависимости от степени влияния урбосреды. Математические модели могут быть представлены как в виде графиков функций, описывающих изменение того или иного биометрического параметра с течением времени, так

и в виде трехмерных детализированных динамических объектов. Главное преимущество трехмерного моделирования является возможность рассмотреть объект ландшафтного строительства в мельчайших подробностях, а также оценить перспективы развития зеленых насаждений через 5, 10, 15 лет и более.

На сегодняшний день разработано множество справочных и нормативно-технических документов по освоению, восстановлению и воспроизводству естественных природных лесных массивов, но для зеленых насаждений населенных пунктов подобный материал отсутствует. Существующие материалы не учитывают особенностей влияния градостроительных условий произрастания и требуют адаптации. Поэтому одной из целей научно-исследовательской работы является разработка методических основ создания электронного банка данных зеленых насаждений для города Красноярска, содержащего характеристику роста всего ассортимента растений, используемых озеленении населенного пункта. В данной статье представлены результаты математического моделирования хода роста биометрических параметров древесных растений, интегрированных в программный комплекс трехмерного проектирования объектов озеленения.

В качестве объектов исследования были приняты насаждения ели сибирской и ели колючей, произрастающей на объектах озеленения, расположенных по всей территории г. Красноярска. В ходе рекогносцировочного обследования города получена информация об объеме и степени антропо- и техногенной нагрузки на локальном уровне, а также осуществлен сбор фотоматериалов самих насаждений ели в соответствии с авторской методикой с применением специально разработанного оборудования. Результаты анализа полученных данных представлены в ранних работах [1-5].

Для интеграции новых древесных растений, отвечающих особенностям развития в различных условиях урбосреды, получены ряды хода роста особей в высоту и диаметру кроны. Построение рядов хода роста ели сибирской и ели колючей проведено статистическим методом регрессионного анализа. Для выравнивания взаимосвязи значений высот деревьев с возрастом в пределах рядов роста по высоте использовалась формула Митчерлиха (1), по диаметру кроны – степенная функция (2):

$$H = b_1 \cdot (1 - \exp(-A \cdot b_2))^{b_3} \quad (1)$$

$$D_{\text{кроны}} = b_1 \cdot A^{b_2} \quad (2)$$

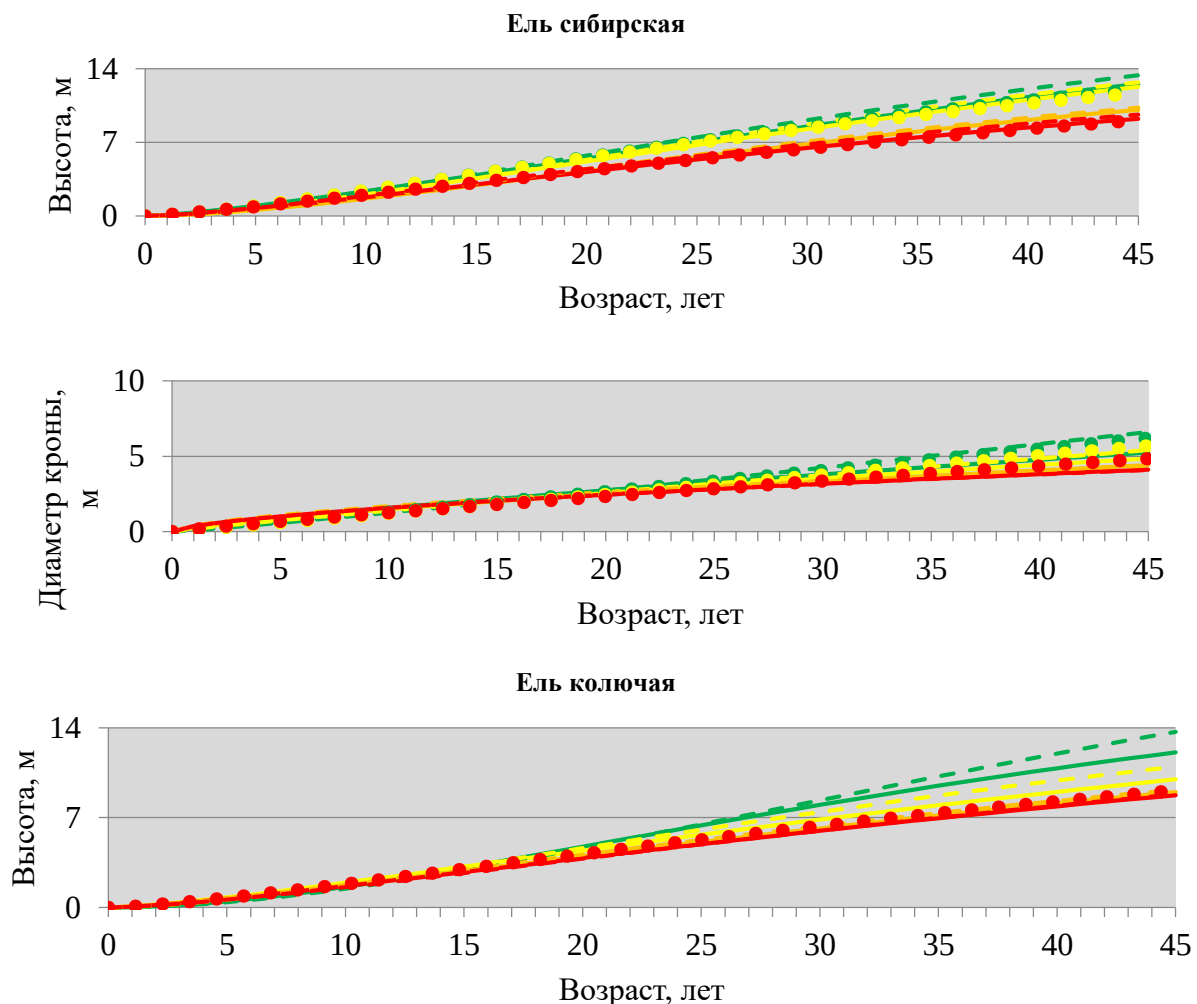
где A – возраст; b_1 , b_2 , b_3 – коэффициенты уравнения.

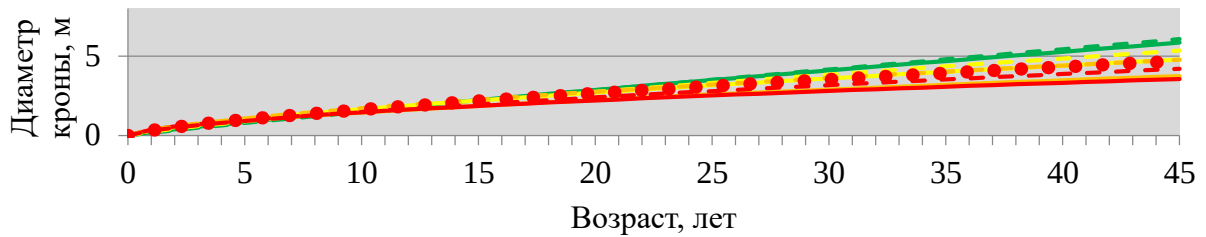
В качестве платформы для интеграции результатов полученных зависимостей был принят отечественный программный комплекс «НашСад» (версия 10.4), ЗАО «ДиКомп». На российском рынке данный программный комплекс является уникальным, а по сравнению с зарубежными аналогами отличается большей библиотекой, детально проработанными трехмерными моделями растений, гибкой настройкой параметров и наличием встроенного редактора. Для овладения программой достаточно высокого навыка работы на компьютере и не требует специальных познаний в области программирования и систем автоматизированного проектирования. При необходимости программный комплекс позволяет расширять библиотеку объектами, разработанными в сторонних приложениях [6].

Анализ проведенных исследований, посвященных изучению онтогенеза древесных растений на объектах озеленения городов, показал, что немаловажным фактором, вносящим значительный вклад в облик дерева, является применяемая структура растительных композиций [7, 8]. Помимо внешних условий, на развитие древесных растений значительное влияние оказывают процессы, протекающие внутри растительной группы. В качестве объектов исследований рядом авторов изучались множественные варианты композиционных решений, но при этом установлено, что пространственные параметры насаждений оказывают специфическое влияние на формирование габитуса особей.

При озеленении г. Красноярска на современном этапе ель наиболее широко используется в рядовых посадках, реже высаживается группами и крайне мало одиночных особей. Преимущественно объекты озеленения расположены в примыкательной зоне. Группами *p. obovata* и *p. pungens* чаще встречаются на объектах озеленения паркового типа и скверах, а одиночные древесные растения произрастают как в качестве декоративных акцентов в парадных зонах административных зданий, так и могут быть высажены вдоль автодороги без определенного функционального насаждения.

Для дальнейшего исследования особенностей роста *p. obovata* и *p. pungens* в основных объемно-пространственных структурах были построены ряды хода роста биометрических параметров насаждений с учетом градостроительных условий произрастания. Результаты в графическом виде представлены на рисунке 1. Исходя из возрастного распределения насаждений наиболее достоверным принят 45-ти летний период роста. В связи с отсутствием достаточного объема выборки при одиночном типе посадки ряды хода роста биометрических параметров ели сибирской, произрастающей в конфликтных, и ели колючей, произрастающей в удовлетворительных, напряженных и конфликтных градостроительных условиях, не построены.





Условные обозначения:

Типы градорастительных условий:

ГУ-I
 ГУ-II
 ГУ-III
 ГУ-IV

Типы композиционного расположения:

Рядовая
 Групповая
 Одиночная

Рисунок 1 – Рост ели в различных типах композиционного расположения и градорастительных условий

По результатам проведенных исследований установлено, что биометрические параметры ели сибирской и ели колючей проявляют изменчивость в зависимости от типа градорастительных условий. По мере усиления влияния комплекса антропогенных и техногенных факторов ель деформируется – становится ниже, а также уменьшается диаметр кроны древесных растений.

Более детальное изучение характера и динамики развития *p. obovata* и *p. pungens*, произрастающих в основных объемно-пространственных элементах садово-паркового строительства, позволило установить, что биометрические параметры ели, произрастающей в рядовых посадках, обладают меньшими значениями, чем показатели в групповых посадках. Для ситуаций, где получены ряды хода роста для всех типов композиционного расположения, рядовые посадки занимают промежуточное положение между биометрией групп и одиночных древесных растений.

Полученные зависимости хода роста биометрических параметров легли в основу создания трехмерных динамических моделей ели сибирской и ели колючей, произрастающей при различных уровнях антропо-, и техногенной нагрузки с учетом типа объемно-пространственной структуры, в программном комплексе «Наш Сад». В программном комплексе для описания роста растений заложена линейная функция. По результатам поиска оптимального соотношения функций математических моделей и программного комплекса получены соответствующие коэффициенты линейных зависимостей, при которых проявляется очень сильная корреляция ($r=0,99 - 0,9999$).

На рисунке 2 представлены изображения трехмерных моделей ели сибирской и ели колючей при достижении 45-ти летнего возраста, произрастающих в различных градорастительных условиях и типах композиционного расположения. Средний шаг посадки установлен по результатам анализа планировочных характеристик еловых насаждений и составляет для рядовых насаждений $4,25 \pm 0,5$ м, в групповых – $5 \pm 0,5$ м.



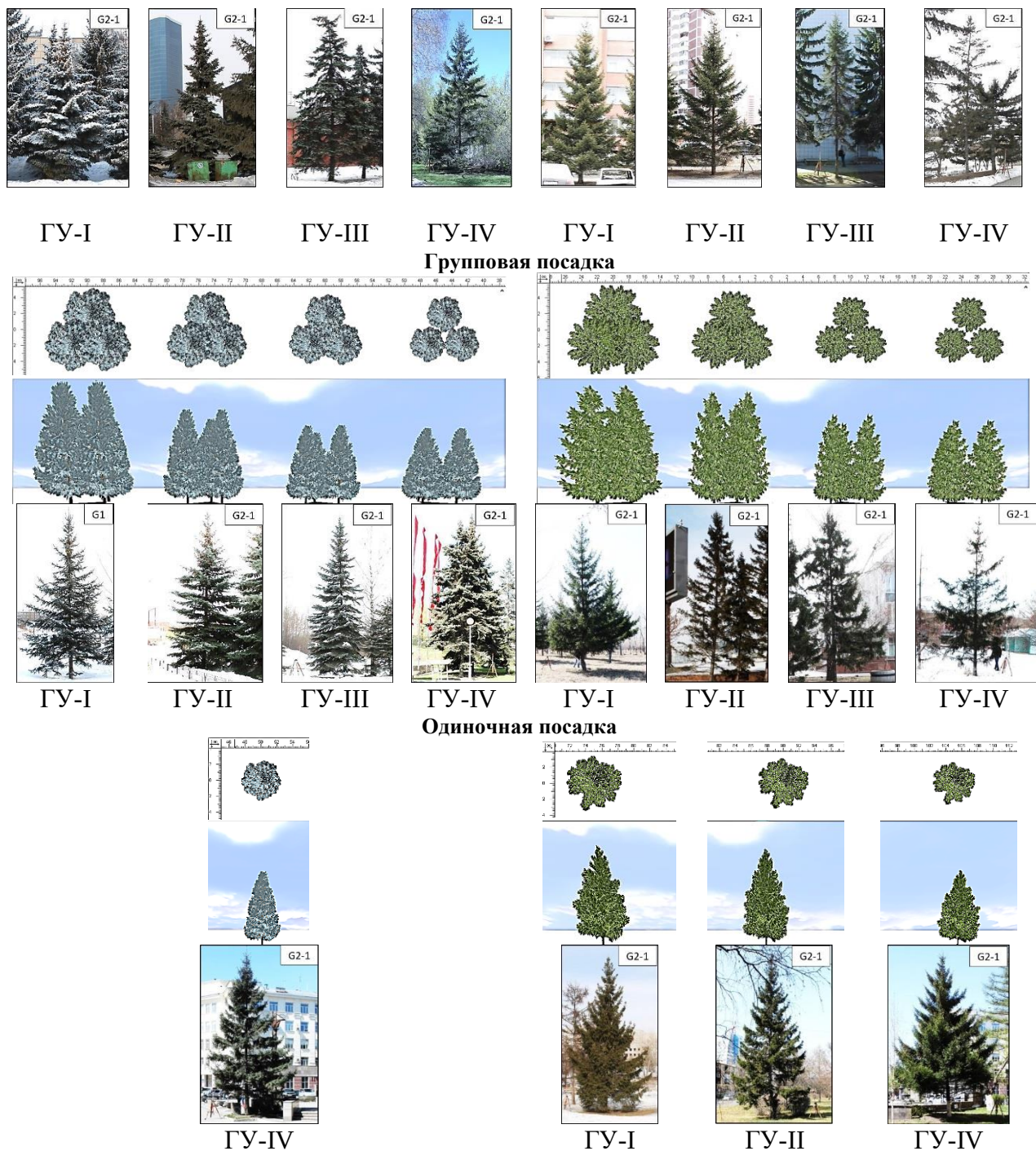


Рисунок 2 – Трехмерные модели ели сибирской и ели колючей, произрастающих в различных градостроительных условиях и типах композиционного расположения

Представленные трехмерные динамические модели готовы к применению в проектировании и реконструкции объектов озеленения г. Красноярска. Дальнейшее развитие и наполнение электронного банка данных позволит повысить эффективность озеленения рекреационных зон, улучшить безопасность и комфорт общественных пространств, а также защитить население города от физического и химического воздействия источников загрязнения атмосферного воздуха.

Библиографический список

1. Извеков А.А. Авдеева Е.В. Исследование фенологического цикла ели сибирской и колючей в условиях сибирского города // Хвойные бореальной зоны, г. Красноярск, Том 39, №2, 2021 – С. 81 – 89
2. Извеков А.А. Авдеева Е.В. Исследование степени поврежденности ели сибирской и колючей в зависимости от градорастительных условий произрастания // Хвойные бореальной зоны, г. Красноярск, Том 38, №5-6, 2020 – С. 215 – 224
3. Извеков А.А. Авдеева Е.В. Оценка точности безбазисного метода определения биометрических параметров древесных растений // Хвойные бореальной зоны, г. Красноярск, Том 36, №2, 2018 – С. 123 – 132
4. Izvekov A.A. Avdeeva E.V. Assessment of the Impact of Air Pollution on Plants in the City of Krasnoyarsk // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1079 (2021) IOP Publishing
5. Izvekov A.A. Avdeeva E.V. Analysis of the growing conditions of the growth of woody plants in an urbanized environment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 735 (2020) IOP Publishing
6. Извеков А.А. Авдеева Е.В. Информационные ресурсы в проектировании объектов зеленого строительства // Экологическое образование и природопользование в инновационном развитии региона: межрегиональная научно-практическая конференция школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых: сб. ст. – Красноярск: СибГТУ, 2015
7. Сидоренко А.Н. Оценка жизненного состояния древесных растений города Уссурийска // Вестник КрасГАУ, №7, 2017 – С 166 – 174
8. Стефанский Я.В. Вараксин Г.С. Особенности озеленения территории города Красноярска // Вестник КрасГАУ, №9, 2015 – С 83 – 88

© Извеков А. А., Авдеева Е. В., 2021

УДК 630.11

USE OF THREE-DIMENSIONAL MODELING OF GARDEN AND PARK CONSTRUCTION OBJECTS IN THE "OUR GARDEN" PROGRAM FOR THE ENVIRONMENTAL STATE OF PARK

I. V. Kukhar

Reshetnev Siberian State University of science and technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
e-mail: Rahuk@mail.ru

The article presents the process of creating a three-dimensional model of a landscaping object using the example of the V.I. Surikov, in the program "Our Garden" to assess the ecological state of public gardens.

Keywords: square, landscaping object, three-dimensional model.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЁХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ САДОВО- ПАРКОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ПРОГРАММЕ «НАШ САД» ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКВЕРОВ

И. В. Кухар

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, пр. им. газ. "Красноярский рабочий", 31,
e-mail: Rahuk@mail.ru

В статье представлен процесс создания трёхмерной модели объекта озеленения на примере сквера имени В.И. Сурикова, в программе «Наш сад» для оценки экологического состояния скверов.

Ключевые слова: сквер, объект озеленения, трехмерная модель.

The intensive process of urbanization caused a number of environmental problems associated with a sharp deterioration in the quality of the urban environment. A difficult technogenic situation in large industrial cities of Siberia, which have a low potential for environmental sustainability, leads to the degradation of natural landscape elements, in particular, urban vegetation [1,2].

The solution to the problem of technogenic impact on the environment of an industrialized city is becoming increasingly important. Plants throughout their lives are attached to the local territory and are affected by soil and air. Their condition most fully reflects the whole range of effects on the ecosystem. Air pollution has a negative effect on the leaf surface of plants. The most obvious sign of damage is the appearance on the leaves of chlorosis, necrosis, changes also occur at the level of plant morphology and biochemistry [1,2].

Development stability as an organism's ability to develop without disturbances and errors is a sensitive indicator of the state of natural populations [3].

Today, squares occupy a large share in the urban greening system. They significantly modify the urban environment, enhance the factor of inclusion of natural components in it, therefore, the study of the state of green spaces in fathers-in-law is a very urgent task.

The computer program "Our Garden" was created for landscape design and visualization of projects and its application allows you to simulate a three-dimensional model of a landscaping object, taking into account the state of plantings [4].



Figure 1 - Examples of 3D models of plants in the program "Our Garden" [5]

To create a 3D model, it is necessary to collect the following information: the area of the square, the number and location of green spaces, the height of the trunk and the volume of tree crowns, photographs of objects of small architecture and the road and path network.

The model is executed on a scale of 1: 1000, based on the general layout of the park, which is implemented in the Compass-3D application package. Loading of the general plan is carried out in the section "Plan background". After loading, the image of the general plan is scaled (Figure 2).

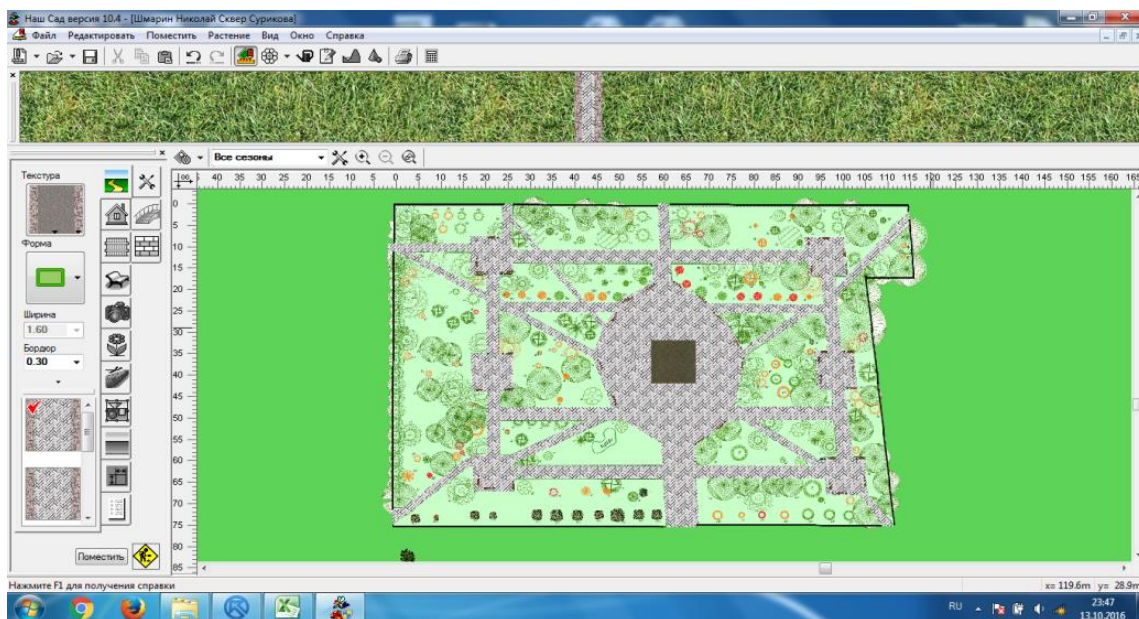


Figure 2 - Loaded image of the general plan from the "Compass-3D" program of the square named after V.I. Surikov to the program "Our Garden"

Execution of the model in the program "Our Garden" should start with the road and path network of the square. Further, using the electronic library of plants, we select certain species, place them on the master plan. Then scale the crown volume so that it matches the crown volume on the symbol. After the paths and trees are located, it remains to arrange objects of a small architectural form: benches, flowerpots, etc. All this is in the corresponding menu of the program. At the end of the work, it is required to "cover" the lawn (Figure 3).

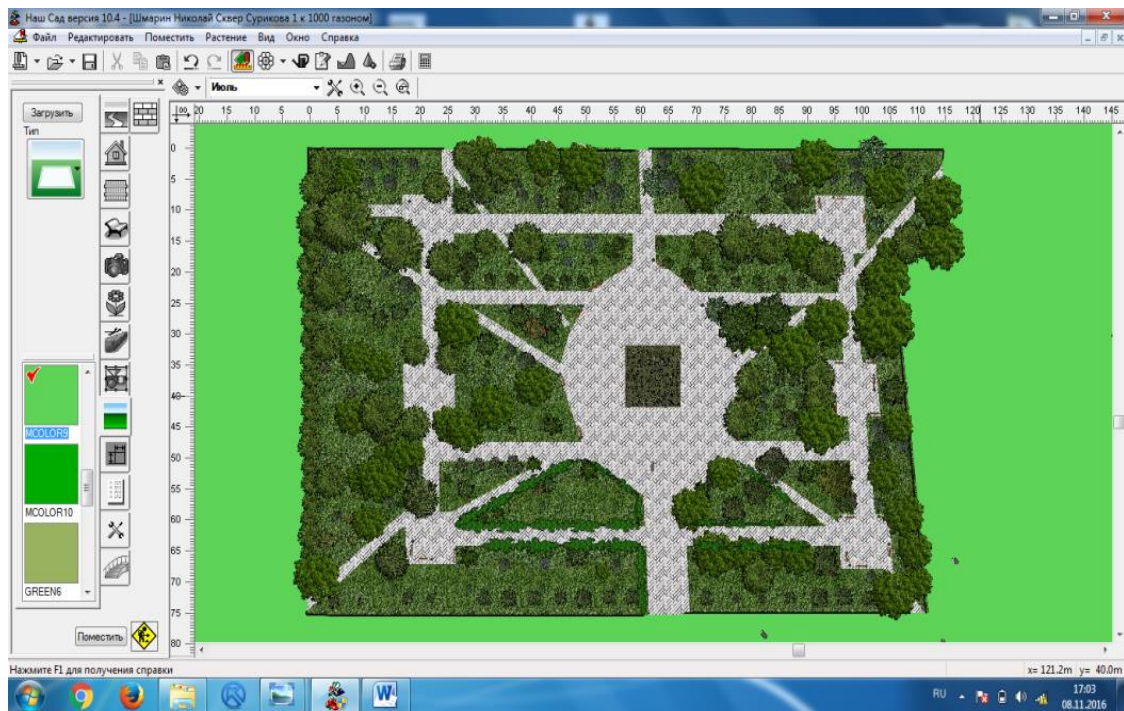


Figure 3 - Three-dimensional model, top view

To view a three-dimensional model, cameras are used, which are installed in a place on the working field of the program. The result of the work performed is shown in Figure 4.

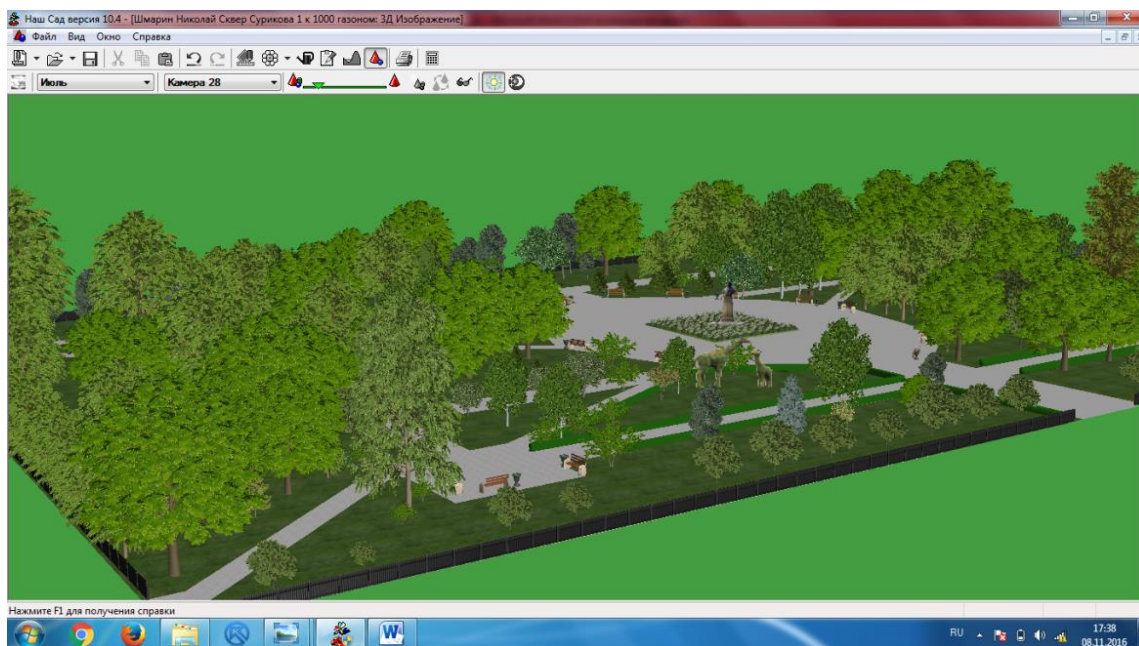


Figure 4 - Three-dimensional model of the park named after V.I. Surikov

Taking into account the state of the trees, it is possible to obtain three-dimensional models of the square, depending on the ecological situation of the location area.

References

1. Avdeeva E.V., Kukhar I.V. The role of public gardens in the development of the greening system of the city of Krasnoyarsk. // Fruit growing, seed production, introduction of woody plants. Materials of the XXI International Scientific Conference. Krasnoyarsk, Siberian State University named after M.F. Reshetnev. 2018.Vol. 21, p. 117-120.
2. Avdeeva E.V., Panov A.I., Kukhar I.V. Dynamics of the formation of the urbanized environment in Krasnoyarsk. // Collection of materials of the XX International Scientific and Practical Forum "Problems of Greening of Large Cities" Collection of materials of the forum within the framework of the International Exhibition "Flowers - 2018". 2018.S. 38-41.1.
3. Zakharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I., Valetsky A.V., Kryazheva N.G., Chistyakova E.K., Chubinishvili A.T. Environmental health: assessment methodology. - М.: Center for Environmental Policy of Russia, 2000. - 68 p.
4. CJSC "DiComp". The official garden of the developer of the program "Our Garden. Crystal". URL: <http://www.3dsad-oby4y.ru/>
5. "Our garden. Crystal". Training, consultations, sales. URL: <http://www.dicomp.ru/products/rubin-9/index.html>

© Kukhar I. V., 2021

УДК 630.11

THE USE OF APPLIED COMPUTER PROGRAMS TO STUDY THE IMPACT OF THE URBAN ENVIRONMENT ON THE DEVELOPMENT OF THE HANGING BIRCH

I. V. Kukhar

Reshetnev Siberian State University of science and technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
e-mail: Rahuk@mail.ru

The article shows the application of applied computer programs in the study of the planting of hanging birch in the urban environment.

Keywords: square, leaf, model.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА РАЗВИТИЕ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ

И. В. Кухар

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, пр. им. газ. "Красноярский рабочий", 31,
e-mail: Rahuk@mail.ru

В статье показано применение прикладных компьютерных программ при исследовании посадок березы повислой в условиях городской среды.

Ключевые слова: сквер, лист, модель.

A modern city is a complex urban ecosystem, in which landscaping is one of the main subsystems. The complex technogenic situation in large industrial cities of Siberia, which have a low potential for environmental sustainability, leads to the degradation of natural landscape elements, in particular, urban vegetation. [5], [6].

The study of the developmental stability of silver birch plants by the external features of silver birch leaf plates was carried out at nine urban greening objects with different levels of technogenic load and two control plots located in the green zone of Krasnoyarsk near the Fruit and Berry Station. The assessment was carried out using two methods: the coefficients of asymmetry of leaves, calculated by geometric parameters (according to the method of VM Zakharov [7]) and the value of asymmetry in the area of the halves of leaves.

Data collection sites with different anthropogenic pressures and microclimatic conditions were selected. Silver birch leaves were collected in two control plots and in nine squares. The collection of material was carried out in the center of squares and on the periphery, in early September, after the completion of intensive growth of leaves, but before the beginning of the period of their abscission. The collection of leaves was carried out from plants under the same conditions in terms of illumination and humidity levels, but with different intensities of technogenic and anthropogenic loads. Medium-aged plants were used for the analysis. The leaves were collected from the lower part of the crown, from shortened shoots, from branches oriented differently to the cardinal points. The assessment of the stability development of silver birch was carried out according to two indicators: the coefficient of asymmetry for five parameters of leaves and the value of asymmetry for the area of leaves [1], [2], [3], [4].

From each sheet, indicators were taken for five parameters on the left and right sides of the sheet. The width of the half of the leaf is 1, the width of the half of the second order from the base of the sheet 2, the distance between the bases of the first and second veins of the second order is 3, the distance between the ends of these veins is 4, the angle between the main vein and the second vein of the second order from the base is 5 (Figure 1).

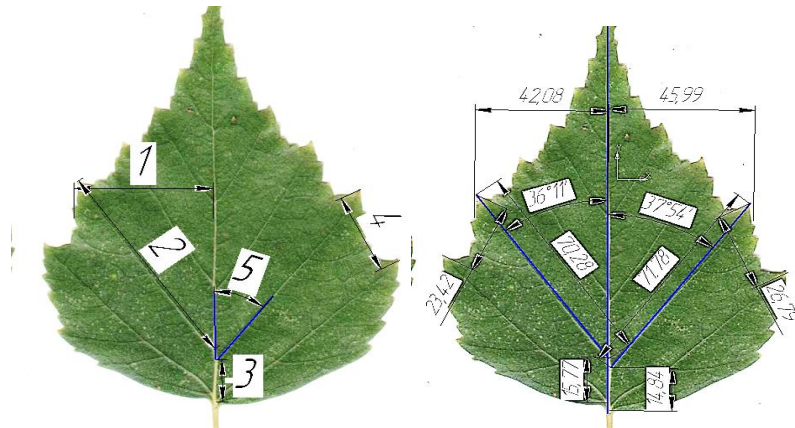


Figure 1 - Measurement parameters of a birch leaf plate

The collected material was scanned at 300dpi. To improve the accuracy, the collected material was processed using the KOMPAS-3D and MS Excel programs. The measured parameters of the silver birch leaf are shown in Figure 1.

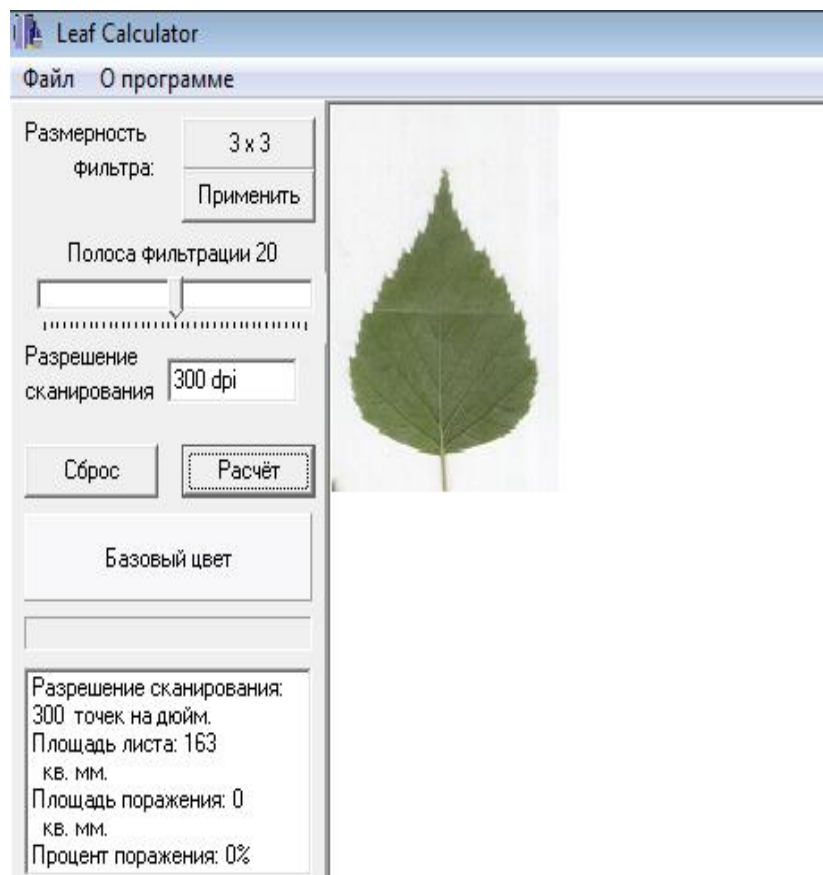


Figure 2 - Determination of the area of a half of a leaf plate in the LeafProg program «Analysis of a leaf plate of woody plants»

The value of asymmetry was assessed using an integral indicator - the value of the average relative difference per trait. The estimation of the fluctuating asymmetry of leaf plates of silver birch is determined as the ratio of the difference between the values of measurements on the left and right sides to their sum. The value of the relative difference between the sides per feature for each sheet is determined as the arithmetic mean of the relative differences between the features of the left and right sides to the number of features. The average relative difference per attribute for the entire sample is determined as the arithmetic mean of the relative differences between the parties per attribute for the entire sheet per number of values. The obtained indicator characterizes the degree of asymmetry of the organism, for which VM Zakharov et al. Developed a five-point scale of deviation from which the values of the asymmetry indicator up to 0.055 characterize the state of the environment as a conditional norm, and more than 0.7 evaluate it as a critical state [4].

The next step in determining the state of the environment from the asymmetry of the sheet plate is to calculate the coefficient of asymmetry over the area of the sheet surfaces. For this, the area of leaf halves was determined using the LeafProg application program "Analysis of a leaf plate of woody plants" (Figure 2) developed at the Department of Technologies and Environmental Engineering Machines by E.V. Avdeeva and A.A. Karpov. It was also used to measure the area of leaf halves using the second method (the value of asymmetry over the area of leaf halves).

At the final stage, the research results were processed using the MS Excel software package. The result of the work was a graph of the correspondence between the coefficient of asymmetry in terms of the parameters of leaves and the magnitude of asymmetry in the area of leaves (Figure 3).

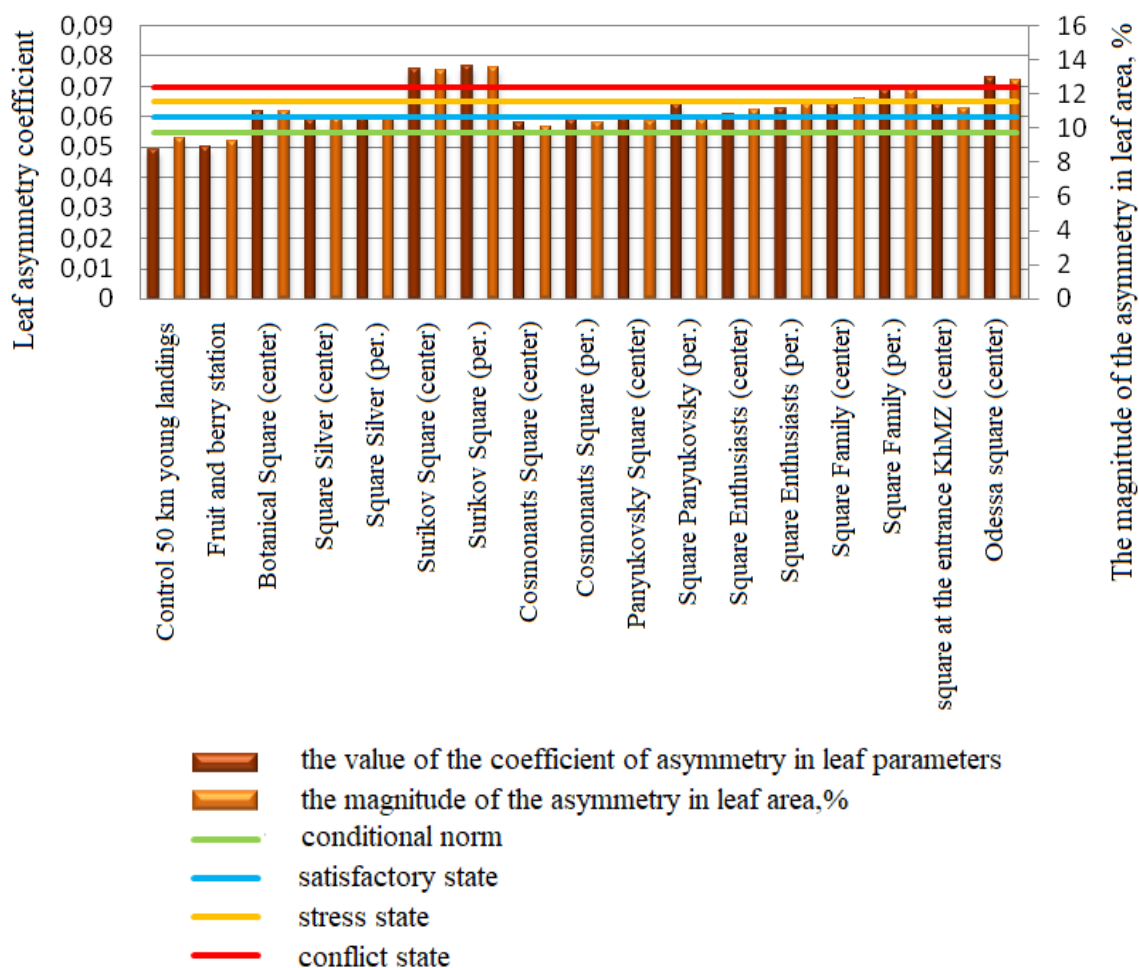


Figure 3 - A graph of the correspondence of the asymmetry coefficient for leaf parameters and the asymmetry value for leaf area

The research results showed that under the influence of anthropogenic impacts there are changes in the size and magnitude of the fluctuating asymmetry of silver birch leaves. The studies carried out made it possible to establish the magnitude of the change in the asymmetry of leaf plates of silver birch trees growing in various urban-growing conditions of Krasnoyarsk and to compare them with the level of anthropogenic load in the research sites (according to data from stationary observation posts).

References

1. Avdeeva, E. V. Assessment of the state of the urban environment by methods of dendroindication / E. V. Avdeeva, V. F. Nademyanov // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. - 2013. - No. 11. - P. 199-205.
2. Avdeeva, E. V. Assessment of the state of the environment (on the example of squares in Krasnoyarsk) / E. V. Avdeeva, V. F. Nademyanov. // Forest and chemical complexes - problems and solutions. - Krasnoyarsk: SibSTU, 2013. - T. 1. - P. 84-86.
3. Avdeeva, EV Assessment of the stability of the development of silver birch (*betula pendula*) in the squares of Krasnoyarsk / EV Avdeeva, VF Nademyanov. // Technologies and equipment for garden and park and landscape construction. - Krasnoyarsk: SibSTU, 2013. - P. 11-14.
4. Avdeeva E.V., Kukhar I.V. Assessment of the state of silver birch in different conditions of the urban environment of the city of Krasnoyarsk. // Collection of materials of the XXI international scientific and practical forum "problems of greening of large cities" - M.: Publishing house "Pero", 2019. - 121 p. P.56-59.
5. Avdeeva, E.V., Kukhar I.V. The role of squares in the development of the landscaping system of the city of Krasnoyarsk. // Fruit growing, seed growing, introduction of woody plants. Materials of the XXI International scientific conference. Krasnoyarsk, Reshetnev Siberian State University of science and technology 2018.Vol. 21. P. 117-120.
6. Avdeeva, E.V., Panov A.I., Kukhar I.V. The dynamics of the formation of the urbanized environment of the city of Krasnoyarsk. // Collection of materials of the XX International scientific-practical forum "Problems of greening large cities" Collection of materials of the forum in the framework of the International Exhibition "Flowers - 2018". 2018. P. 38-41.
7. Zakharov, V.M. Environmental health: assessment practice / V.M. Zakharov, A.T. Chubinishvili, S.G. Dmitriev et al. // M.: Center for Environmental Policy of Russia, 2000. – 68 p.

© Kukhar I. V., 2021

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-ПЕЧАТИ В АРХИТЕКТУРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТОВ ДИЗАЙНА

А. М. Аль-Дарабсе¹, Е. В. Маркова², Д. Г. Вольсков²

¹ Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева
Российская Федерация, 443086, г. Самара, Московское ш., 34

² Ульяновский государственный технический университет
Российская Федерация, 432027, г. Ульяновск, Северный Венец, 32
amersamarah4@gmail.com

Технология 3D-печати дает возможность создавать очень мелкие сложные формы, которые могут помочь улучшить учебные материалы по архитектурному дизайну. В наш век технологических достижений архитектурное образование должно включать современные методы обучения, которые могут улучшить визуальное восприятие учащихся. Таким образом, в этом исследовании изучалось влияние компьютерного моделирования и технологии 3D-печати на пространственное познание студентов-архитекторов. Он начинается с предпосылки, что использование 3D-печатных моделей будет поддерживать логику проектирования и улучшит понимание учащимися пространственного восприятия. Тридцать студентов-архитекторов спросили о разработанном для этого исследования проекте. Им были представлены как проект, разработанный с помощью программного обеспечения для компьютерного моделирования, так и печатная модель того же проекта. Результаты показывают, что использование 3D-печати дало лучшие результаты в развитии пространственных способностей учащихся. Полученные данные также подтверждают, что использование этой технологии при разработке средств обучения улучшит пространственное восприятие учащихся и выйдет за рамки бесшовной материализации цифровой модели, которая может постоянно информировать дизайнерские идеи за счет новых качеств восприятия.

Ключевые слова: 3D-печать, компьютерный дизайн, пространственное восприятие, визуализация, архитектурное образование.

3D PRINTING TECHNOLOGIES INTEGRATED TO ARCHITECTURAL TRAINING DESIGN EQUIPMENT

A. M. Al-Darabseh¹, E. V. Markova², D. G. Volskov²

¹ Samara National Research University named after academician S. P. Korolev
Russian Federation, 443086, Samara, Moskovskoe sh., 34

² Ulyanovsk State Technical University
Russian Federation, 432027, Ulyanovsk, Northern Venets, 32
amersamarah4@gmail.com

3D printing technology allows the creation of small and complex volumes that can help enhance graphic design study materials. In this era of technological progress, an architecture program should have modern teaching methods that can enhance a student's experience. Therefore, this study investigates the role of computer modeling and 3D printing technology in identifying the lives of architecture students. It was agreed that the use of 3D printing templates will support design skills and improve students' understanding of global vision. The thinker asked the architecture students what design had been developed for this study. A project developed using computer simulation software and a published model of the same project was shown. The results showed that the use of

3D printing achieves better results in developing students' life skills. The results also confirm that using this technology in the development of learning tools will improve students' visual appearance and go beyond the apparent application of digital mockup, which can be said in the ever-present design advice that has always been newly arrived the strength of the scene.

Keywords: 3D printing, computer design, global vision, visualization, graphic design.

Использование 3Д-моделей в различных областях, таких как архитектура, городское планирование, образование, связь и управление природными ресурсами, становится все более распространенным. Он быстро совершенствуется в направлении представления более реалистичных моделей, которые улучшают понимание пользователем пространственного восприятия в различных областях и могут использоваться в качестве эффективного инструмента общения между студентами. Сегодня больше внимания уделяется развитию визуализации посредством представления дизайнов с использованием различных техник и технологий [1].

Хотя использование 3Д-печати во всех дисциплинах только начинается, потенциальные выгоды, похоже, продвигают технологию вперед. Существует множество мнений о том, где эта технология меняется. Среди последних технологических разработок 3Д-печать считается одной из самых многообещающих. Амер Аль-Дарабсе назвал 3Д-печать революционной технологией периода 2015–2025 годов. Росту использования 3Д-принтеров сегодня способствует легкий доступ к технологиям этого типа, а также цель изменения производственной цепочки проектирования, моделирования и производства.

Методы 3Д-моделирования превратились в важные ключевые области компетенции, а инновации, появившиеся благодаря широкому применению 3Д-технологий, привели к прорывам в медицинской науке и автоматизации машинного оборудования и даже в образовании. Поскольку дизайнеры, производители и потребители ищут способы удовлетворить этот растущий спрос, многие рассматривают возможности 3Д-печати. Предполагается, что благодаря гибкости и относительной мобильности 3Д-печати она может помочь удовлетворить растущие потребности развивающихся стран. Это также может помочь студентам. Мы всегда должны помнить, что почти каждый аспект таких моделей управляется программным обеспечением, которое полностью ориентировано на поверхность в своей основной математике, та самая математика поверхности, которая, конечно, теперь также используется в машинах, делая возможными новые технологии вывода, такие как 3Д-печать, фрезерование или лазерная резка. Соответственно, в этом исследовании основное внимание уделяется использованию компьютерного дизайна и технологии 3Д-печати для изучения пространственного познания учащихся. Пример проекта, разработанный с использованием Archicad в качестве компьютерного программного обеспечения, и 3Д-печатная модель того же примера проекта были сопоставлены, чтобы увидеть влияние этих двух методов на пространственное познание учащихся [2].

Трехмерная визуализация на компьютерах расширяет понимание пользователем пространственной и физической среды, связанной с различными аспектами взаимодействия. В последнее время большинство 3Д-моделей, представленных в 2Д, имеют ограничения. Кроме того, методы обучения с помощью 3Д-моделирования зависят от использования компьютерных программ, которые помогают студентам в построении пространственного восприятия. Однако этот метод не может эффективно помочь студентам в достижении необходимых результатов, особенно если проекты сложные и подробные. Однако с развитием технологии 3Д-печать была выбрана как наиболее эффективный метод для создания одних и тех же версий дизайна непосредственно из цифрового источника. Это метод аддитивного производства, при котором слои материала накладываются друг на друга для создания объекта. В этой области было разработано несколько технологий проектирования. А. Аль-Дарабсе заявил, что растущая популяризация этих технологий постепенно повлияла на образование. Авторы отметили, что популяризация систем автоматизированного проектирования и автоматизированного производства (CAD-CAM), а также внедрение

числового программного управления (ЧПУ) и роботизированных манипуляторов значительно улучшили образование в области архитектурного проектирования. С другой стороны, по мере того как технологии становятся все более разумными, технологии быстрого моделирования и настройки также стали привлекать повышенное внимание [3].

Целью этого исследования было изучить, как у студентов улучшается восприятие от работы с трехмерными вычислениями и стереоскопическими представлениями. Мы начали с гипотезы о том, что два разных представления одних и тех же реальных проектов могут предоставлять очень разные наборы пространственной информации. Общая цель исследования - рассмотреть потенциал 3Д-печати для создания новых перформативных способов использования инструментов проектирования в архитектурном образовании.

Мы разработали проект, который будет использоваться в качестве исследовательского примера. Проект представляет собой небольшой выставочный зал 10x10 м, разработанный с помощью компьютерной программы Archicad (рисунок 1). Характеристики выставочного зала подходят для исследования, которое сосредоточено на пространственном познании и визуальном восприятии. Проект был разработан, чтобы быть простым и сосредоточить больше внимания на результатах исследования. Однако были добавлены некоторые детали, такие как неправильные проемы, внешняя структура и сложная форма крыши, чтобы улучшить пространственное восприятие и получить разные результаты как от компьютерного проектирования, так и от 3D-печатной модели (рисунок 2) [4].



Рисунок 1 – Общий вид выставочного зала, разработанный в Archicad



Рисунок 2 – Детали, добавленные в проект (проемы, конструкция и форма крыши)

До тех пор, пока 3D-принтеры не развили способность использовать определенные текстуры и с целью сделать дизайн как можно более ясным, многие примеры были созданы с разными текстурами и цветовыми оттенками (рисунок 3).

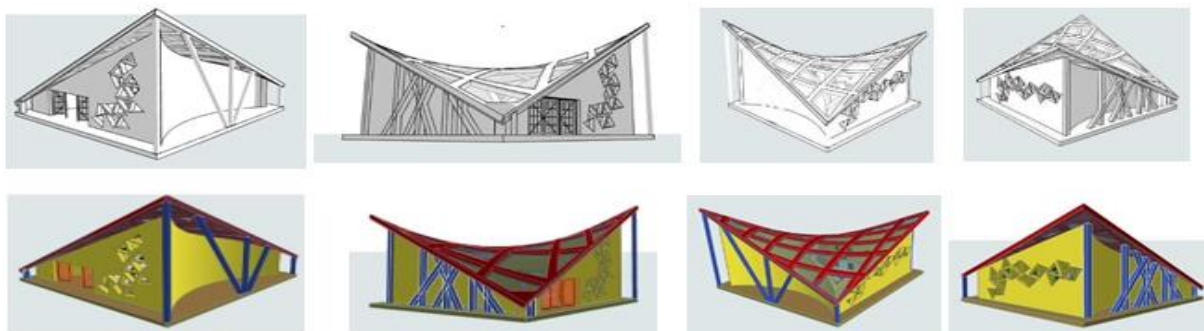


Рисунок 3 – Использование различных текстур и цветовых тонов в проекте

После завершения дизайна в Archicad проект был напечатан на 3D-принтере Ultimate с использованием трех основных цветов: красного, синего и желтого в масштабе 1/100. Различные цвета использовались для различения деталей с целью четкой пространственной визуализации. Время печати было около девяти часов тридцать пять минут. Результатом стала четкая печатная модель, представляющая дизайн-проект. Это дало представление о том, чего ожидать во время изготовления в реальном размере с материалами, определенными в микромире [5].

Модернизация и преобразование образования предоставляют ресурсы для самостоятельного обучения. Следовательно, необходимо лучшее понимание того, как приобретать навыки 3ДР вне традиционной образовательной программы и как адаптировать обучение, полученное в результате неформального и формального образования. В процессе разработки теоретической части для лучшей поддержки этого исследования стало ясно, что исследований, связанных с 3Д-моделями и их способностью улучшать пространственное познание и восприятие, недостаточно. Это исследование может помочь в понимании различных типов технологий 3Д-моделирования, которые можно использовать в образовании. Благодаря множеству доступных технологий проектирования у студентов есть возможность создать практически любую модель за очень короткое время. В этом исследовании представлены результаты, относящиеся к широко используемому методу компьютерного моделирования. Подтверждено, что технология 3Д-печати помогает студентам лучше понять проекты и модели; однако необходимы дополнительные исследования в той же области [6].

Важно знать, что технология 3Д-печати все еще находится на ранней стадии. Он используется в различных приложениях, которые могут помочь в достижении некоторых образовательных целей. Мы считаем, что 3Д-печать может улучшить пространственное восприятие учащихся, чем компьютерное 3Д-моделирование. Печатные модели могут быть очень полезны для архитектурного дизайна и городского планирования, особенно в отношении пространственного восприятия. В архитектурном образовании творческое преимущество использования 3Д-печати заключается в простоте создания особых форм. Это устраняет границы, которые студенты обычно должны соблюдать. Мы использовали компьютерное моделирование, а также такие технологии, как 3Д-печать. Кроме того, мы узнали, как эти методы могут быть интегрированы в архитектурное образование посредством экспериментального проектирования со студентами-архитекторами. В этом исследовании изучалась роль технологии 3Д-печати в качестве учебной модели для изучения пространственного восприятия учащихся. Результаты показывают, что образование в области архитектурного дизайна может выиграть от интеграции 3Д-печати в учебную среду [7]. Было обнаружено, что 3Д-печать эффективно улучшает пространственное познание и восприятие

учащихся и может быть полезным инструментом обучения. Использование обоих методов визуализации (CD, 3D) создает уникальный опыт восприятия, который расширяет понимание студентами дизайнерских проектов, способствуя их познавательным достижениям. Полученные данные также показали, что интеграция технологий 3Д-печати в учебный процесс является средством улучшения восприятия учащимися. Тем не менее, эти эксперименты по-прежнему очень ограничены по количеству и результатам в том смысле, что они не полностью исследуют потенциал технологии и ее влияние на то, как мы проектируем и строим здания.

Библиографический список

1. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В., Миллер В.В. Роль искусственного интеллекта в роботехнике. // В сборнике: Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы - Биомедсистемы-2019 Сборник трудов XXXII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов. Под общей редакцией В.И. Жулева. 2019. С. 638-641.
2. Аль-Дарабсе А.М.Ф. Проблемы программного обеспечения в авиационных системах. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов II студенческой всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 7-15.
3. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В., Вольсков Д.Г. Подрыв конфиденциальности в системе адресации отчетности авиационной связи. // В сборнике: Миллионщиков-2019 Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ГНТУ. 2019. С. 123-129.
4. Аль Д.А.М.Ф., Маркова Е.В. Система мониторинга работоспособности авиационных газотурбинных двигателей по реальным данным. // В сборнике: Миллионщиков-2019 Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ГНТУ. 2019. С. 137-143.
5. Аль-Дарабсе А.М.Ф., Маркова Е.В. Развитие профессиональных компетенции для формирования коммуникативных навыков у будущих инженеров авиационной отрасли. // В сборнике: Проблемы технического сервиса в АПК Сборник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 164-171.
6. Маркова Е.В., Аль-Дарабсе А.М.Ф. Влияние инноваций на экономический рост. // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2019. № 2 (86). С. 72-74.
7. Маркова Е.В., Аль Дарабсе А.М.Ф., Денисова Т.В. Открытие научного проекта ИАТУ «Общение в социальных науках». // В сборнике: Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине Материалы международной научно-практической конференции посвященной 60-летию кафедры Технологии производства и переработки продуктов животноводства и 55-летию кафедры Иностранных языков. 2019. С. 289-294.

© Аль-Дарабсе А. М., Маркова Е. В., Вольсков Д. Г., 2021

УДК 721.021.23

ТЕХНОЛОГИИ 3D В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ

С. А. Ярутин, Е. В. Статова

Научный руководитель – В. М. Трофимов

Кубанский государственный технологический университет, Российская Федерация,
350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2;
yarutinsa@yandex.ru

В данной статье описана роль 3D-графики в архитектуре и дизайне, также рассказаны основные аспекты данного раздела, перечислены преимущества, рассказано про достижения компьютерной графики и будущее перспективы развития данной отрасли.

Ключевые слова: Трёхмерная графика, 3D-моделирование, 3D-печать, VR, 3D-визуализация.

3D TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE AND DESIGN

S. A. Yarutin, E. V. Statova

Scientific supervisor - V. M. Trofimov

Kuban State Technological University, Russian Federation,
350072, Krasnodar, st. Moscow, 2;
yarutinsa@yandex.ru

This article describes the role of 3D graphics in architecture and design, also describes the main aspects of this section, lists the advantages, talks about the achievements of computer graphics and the future prospects for the development of this industry.

Key words: 3D-graphics, 3D-modeling, 3D printing, VR, 3D-visualization.

Трёхмерная графика – является разделом компьютерной графики, посвящённым методам создания изображений путем моделирования их в трех измерениях. В свою очередь, 3D-моделирование является процессом создания трехмерной модели объекта, что получил обширное распространение во многих сферах деятельности человека, в особенности в архитектуре и дизайне. Появление трехмерного моделирования объектов, стало большим скачком в области визуализации, что предоставляет возможность обеспечить большую точность и детализацию демонстрируемых проектов [1]. В отличие от традиционных методов, таких как: рисунки, чертежи и эскизы, которые не могли передать общего представления о дизайне, трехмерное моделирование способно передать полную картину, что позволяет быстрее донести идею, которую архитекторов или дизайнер заложил в проект.

Трёхмерная графика позволяет оптимизировать затраты на производство макетов и сократить время, затраченное на подготовку к демонстрации архитектурных объектов, также, она даёт возможность ускорить процесс внесения коррективов в проект и увеличить масштаб визуализированного пространства без потери детальности описанных объектов. Ещё большим преимуществом является динамическая составляющая, теперь заказчик может словно “покрутить” объект в руках, к тому же можно показать как фасадную сторону здания, так и внутренний разрез с планировкой.

Таким образом, ключевые достоинства использования 3D моделирования в архитектуре – это:

- оперативность – работы могут выполняться в сжатые сроки;
- точность – работа может выполняться с большей точностью, уменьшается процент погрешности;
- изготовление на базе смоделированных объектов точной проектной документации;

- возможность оперативного внесения изменений;
- возможность детальной проработки макета любого масштаба [2].

С развитием компьютерных алгоритмов появились виды дизайна, при которых человек делегирует часть процессов компьютерным технологиям и платформам.

Такие как генеративный дизайн – дизайн при котором имитируется то, как организмы функционируют в природе. Он основан на алгоритмах, которые производят ряд вариантов дизайна. Вы вводите некоторые параметры и получаете взамен результат, который может быть адаптирован в полностью функционирующую архитектурную форму. Например, генеративная конструкция способна создавать текучие и решетчатые формы, имитирующие природу.

К примеру: Вместо проектирования ограждающих конструкций зданий, состоящих из отдельных слоев для отопления, вентиляции и других частей, генеративный дизайн представляет собой другой подход. Он собирает эти потребности в единую сложную “кожу”, которая обладает качествами, имитирующими биологические организмы.

Также существует аддитивный дизайн, который мало чем отличаясь от генеративного дизайна, аддитивный дизайн в основном известен как 3D-печать в промышленном масштабе. Другими словами, он сочетает генеративный дизайн с достижениями в области аддитивного производства [2].

Параллельно с развитием 3D-моделирования, развивались и методы непосредственной демонстрации объектов, так появилась 3D-печать. После 50 лет 3D-визуализации разработчики представили машину, способную печатать визуализированные объекты. Сначала 3D-принтеры были предназначены для некоторых отраслей архитектуры, дизайна и 3D-искусства, но наиболее быстро растущее открытие охватило все вертикали нашего общества.

На данный момент трехмерная печать даёт возможность изготавливать уникальные и сложные формы: фасадов классических зданий, где много лепнины, различных барельефов, капителей, колонн. Применяется в дизайне интерьеров, в том числе печать мебели и фигур людей. Создание различных макетов уже зачастую не обходится без 3D-принтера. Так как он позволяет значительно ускорить и удешевить процесс изготовления макетов и сделать их более детализированными [3].

Революцию в сфере компьютерной, в особенности трёхмерной, графики произошла с появлением технологии VR (virtual reality), абсолютно был пересмотрен подход к трехмерной визуализации. Это позволило видеть разрабатываемый архитектором объект не в масштабе макета, а наблюдать непосредственно полноразмерную копию, воспроизведённую в виртуальном пространстве и интегрированную в окружающую среду, благодаря технологиям дополненной реальности [4].

Но с созданием новейшей среды для отображения 3D-визуализаций компанией Zebra Imaging Inc, презентованной в 2017 году, стало ясно, что в будущем именно голограммы станут основным инструментом визуализации, так как они открывают огромный потенциал для архитекторов и дизайнеров будущего, так как в отличие от современного представления VR, голограммы имеют большую динамичность и не ограничены VR-гарнитурой [5].

Также технология осязаемой голограммы, предложенная доктором Йоити Очиаи из университета Цукуба, предполагает, что, когда рука человека соприкасается с 3D-изображением, голограмма излучает давление ультразвукового излучения, из-за чего, пользователи чувствуют, что они действительно прикасаются к объекту, что придает ему более реалистичное ощущение, открывает ещё больший потенциал для использования голограмм в будущем.

Исходя из выше сказанного можно сделать вывод, что 3D-технологии очень важный и удобный инструмент в архитектуре и дизайне. В будущем именно они станут главным инструментом визуализации.

Библиографический список

1. Catherine Paul 3D Modeling In The Architecture And Design Industry: A 30-year Retrospective [Электронный ресурс]/ -Электрон. Журн.-2019. - Июнь - Режим доступа: <https://archicgi.com>
2. Использование 3D – моделирование в архитектуре [Электронный ресурс]/- – Электрон. дан. -Режим доступа: <https://3d-services.ru/3d-modelirovanie/arhitektura>
3. Архитектура и строительство [Электронный ресурс]/ Электрон. дан. -Режим доступа: https://i3d.ru/blog/dlya_mozayki/arkhitektura-i-stroitelstvo/
4. 10 Architectural Innovative Technologies All Architects Should Know [Электронный ресурс]/ Электрон. дан. -Режим доступа: <https://www.arch2o.com/10-architectural-innovative-technologies>
5. История Архитектурной 3D визуализации [Электронный ресурс]/ -Электрон. Журн.- Режим доступа: <https://cgaward.com.ua/news/istriya-arkhitekturnoy-3d-vizualizatsii.html>

© Ярутин С. А., Статова Е. В., 2021

УДК 004.9

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА В СИСТЕМЕ ARCHICAD С ПОМОЩЬЮ СВЯЗАННЫХ МОДУЛЕЙ

П. А. Гончаров, А. А. Федяев, Б. А. Чубуков

Научный Руководитель – М. Н. Корницкая

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Российская Федерация, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина 46

e-mail: boris.chubukov@mail.ru

В статье рассматриваются способы организации совместной работы при проектировании в системе ArchiCAD. Обосновывается выбор одного из доступных способов для выполнения курсового проекта по дисциплине «Архитектура промышленных и гражданских зданий». Определение и выбор подхода для совместного использования проекта BIM. Описывается порядок выполнения проекта с использованием связанных модулей в системе ArchiCAD.

Ключевые слова: ArchiCAD, BIM, информационное моделирование зданий, коллективная работа, связанные модули

PERFORMANCE OF COURSE PROJECT IN ARCHICAD SYSTEM USING RELATED MODULES

P. A. Goncharov, A. A. Fedyaev, B. A. Chubukov

Scientific supervisor – M. N. Kornickaya

Polzunov Altai State Technical University

Russian Federation, 656038, Barnaul, Lenin Av. 46

e-mail: boris.chubukov@mail.ru

The article discusses ways of organizing teamwork when designing in the ArchiCAD system. Justification the choice of one of the available methods for the implementation of the course project in the discipline «Architecture of industrial and civil buildings». Defining and choosing an approach for sharing a BIM project. Describes how to execute a project using related modules in the ArchiCAD system.

Keywords: ArchiCAD, BIM, building information modeling, teamwork, related modules

На третьем курсе специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» по учебному плану предусмотрен курсовой проект высотного здания по дисциплине «Архитектура промышленных и гражданских зданий». Студентам рекомендуется выполнять задание в группах по два или три человека. Создание проекта многоэтажного здания является сложным процессом, требующим чёткого взаимодействия между всеми членами группы, точного соблюдения всех размеров и характеристик, согласования большинства изменений в ходе работы.

После получения задания перед группой встают задачи по выбору способа проектирования, выбору программ реализации проекта, выбору способа группового исполнения проекта и созданию комплекта проектной документации, удовлетворяющих требованиям стандартов Российской Федерации.

К решению первой задачи существуют два основных подхода.

1) Традиционное 2D-проектирование, когда графическая часть представляется в виде «плоских чертежей» - планов этажей, фасадов, прилегающей территории, разрезов и т.д. Каждый чертеж строится из отдельных примитивов – отрезков, ломаных линий, окружностей. Данные примитивы могут обладать какими-либо свойствами (цвет, толщина линии, тип линий). Но все изображения не связаны друг с другом, т.е. при изменении одной или нескольких частей чертежа, например, при перемещении линии стены, другие чертежи не модифицируются автоматически и их приходится изменять все вручную.

2) Информационное моделирование (или BIM - Building Information Modeling), при котором создается информационная база связанных между собой элементов здания (стен, перекрытий, крыш, колонн и т.д.), которые обладают определенными физическими свойствами (геометрия конструкции, материалы, стоимости и т.д.). Особенностью такого подхода является то, что здание или сооружение проектируется как единое целое: при изменении какого-либо из его параметров автоматически изменяются связанные с ним параметры и объекты, а также при создании 3D-модели здания чертежи, визуализации, спецификации и ведомости генерируются в автоматическом режиме [1].

Студентам Гончарову П.А., Федяеву А.А. и Чубукову Б.А. была поставлена задача по проектированию высотного здания в городе Тюмени. Для реализации традиционного проектирования используется простая в использовании программа AutoCAD, изученная в дисциплине «Компьютерная графика». Так как проектируемое высотное здание имеет сложное архитектурное решение (форму в плане, высоту объекта и т.д.), то использование традиционного подхода является нерациональным. Несмотря на простоту использования данной программы, проектирование в ней данного объекта требует колоссальных трудозатрат. Параллельно с работой над курсовым проектом в дисциплине «Компьютерная графика» изучались BIM-программы ArchiCAD и Revit. Revit больше подходит для работы проектировщиков, а ArchiCAD именно для работы архитекторов. Студенты приняли решение проектировать здание в программе ArchiCAD, чтобы получить полную информационную модель здания с комплектом документов.

Выбор программы ArchiCAD обуславливается также возможностью работы группой проектировщиков. ArchiCAD дает два основных подхода совместного использования проекта BIM студентами – это подход Teamwork (работа в команде) и использование связанных модулей.

База метода Teamwork основывается на клиент-серверной технологии, расположенная на сервере BIMcloud/ BIM GRAPHISOFT и потребителем в виде программы ArchiCAD [2]. Сервер постоянно обновляет данные с BIM проектов клиентов, тем самым поддерживая его в актуальном состоянии. Участники группы осуществляют работу на локальных компьютерах, и по мере процесса отправляют и получают изменения в проекте относительно сервера и своих локальных ArchiCAD. Общение между участниками рабочей группы осуществляется встроенной утилитой обмена сообщениями. Вся данная система требует грамотного управления, производит её менеджер системы автоматизированного проектирования (САПР), который настраивает сервер, пользователей, сам проект, а также роли и правила доступа. В технологии Teamwork основным недостатком может быть то, что в ней невозможно разделить объёмный проект на отдельные маленькие части, то есть она предполагается как метод совместного использования общего виртуального здания или сооружения пользователями рабочей группы. Так как при оценке проекта нужно чётко определять объём работы, проделанный каждым участником, было принято решение отказаться от использования данного подхода [3].

Было принято решение использовать концепцию связанных модулей, она заключается в следующем: проект (курсовая работа) делится на определённые части, такие как, отдельные

этажи, части здания, конструкции, планировки, прилегающая территория, инфраструктура. Все части работы проектируются в отдельных внешних файлах (модулях), располагаемых на локальных компьютерах или в сети (облаке). Основной файл проекта создаётся только с ссылками (связями) на отдельные части проекта. Вся обновлённая информация, от каждого модуля, может отобразиться в основном файле при обновлении связей. При использовании данного подхода каждый студент разрабатывает свою часть проекта, что является более правильным, относительно метода Teamwork, для выполнения курсового проекта.

Согласно полученному заданию, проектируемая «высотка» разбивалась по частям на несколько функциональных групп, которые распределялись между студентами в следующем порядке: Федяев А.А. вел управление основным файлом, а также делал подземную парковку и генеральный план; Гончаров П.А. проектировал стилобат и офисную зону; Чубуков Б.А. отвечал за гостиницу и апартаменты.

Выполнение данного задания производилось с использованием связанных модулей, реализация чего производилась по следующим этапам, речь о которых пойдет далее.

Первым этапом выступает создание шаблона для данного проекта, что является специальным файлом, имеющим разрешение trl. Данный шаблон содержит такие общие установки для всего проекта, как: количество их этажей и их параметры, структурная сетка осей, выставляется масштаб, производится настройка шрифтов для текстов и размеров, слоев и выбор макетов для чертежей.

Второй этап – это когда на основе шаблона создаются связанные файлы, которые имеют расширение rln. Данные файлы содержали уже отдельные части проекта, которые распределялись согласно уже описанному выше порядку. Выполнение студентами работы над своими частями данного проекта производилось независимо друг от друга.

Третьим этапом является создание на основе шаблона уже основного файла, который будет выступать основой для связи всех остальных независимых модулей, результатом чего станет получение итогового файла проекта.

Четвертый и последний этап – связывание внешних моделей с основным файлом. Что выполняется в следующем порядке:

- 1) выполнение команды меню: Файл – Внешний Контент – Разместить связанный модуль;
- 2) в диалоговом окне Размещение Модуля выбираем связь, указываем файл связываемого модуля, где задаем все этажи для размещения. При этом файлы могут располагаться как на том же самом компьютере, так и в сети или облачном хранилище данных (такие как, например, Google.Диск, Яндекс.Диск и т.д.);
- 3) заканчиваем размещение путем нажатия кнопки Разместить связанный модуль;
- 4) для выравнивания этажей достаточно просто щелчка мыши вне пределов бегущей рамки.

Взаимодействие основного файла проекта со связанными модулями (управление ими) возможно с использованием меню Файл – Внешний Контент – Менеджер Связей. При вызове появляется диалоговое окно, отображающее каждый из связанных модулей. Здесь также содержатся команды для работы с каждым из них. Возможные ошибки или коллизии какого-либо из модулей устраняются путем разрыва связи с данным модулем, производим редактирование, а после чего связываем вновь. При действующей связи возможность внесения изменений полностью отсутствует.

После получения удовлетворительного результата в основном файле уже можно создавать необходимый комплект документации с планами этажей, фасадами, разрезами и т.п. на основе выбранных ранее макетов.

В результате применения информационного моделирования и совместной работы в системе ArchiCAD авторами в указанный срок был создан проект 57-этажного здания с полным комплектом необходимых чертежей.

Библиографический список

1. BIM - технология информационного моделирования: обзор, применение// - URL: <https://bimlab.ru/faq-bim3d.html> (дата обращения 1.04.2021).
2. ArchiCAD: Загрузка и установка BIMcloud // - URL: <https://graphisoft.com/ru/downloads/bimcloud.html> (дата обращения 5.04.2021).
3. ArchiCAD: Открывая заново. Teamwork: эффективная командная работа шаг за шагом/ А.Анищенко// - URL: https://www.graphisoft.ru/users/case_studies/tw_step-by-step.html (дата обращения 3.04.2021).

© Гончаров П. А., Федяев А. А., Чубуков Б. А., 2021

СЕМЕЙСТВА REVIT В ПРОЕКТИРОВАНИИ СООРУЖЕНИЙ

А. А. Ситдикова

Научный руководитель – Е. И. Филосова

Уфимский Государственный Авиационный Технический университет Российская Федерация, 450015,
г. Уфа, ул. Карла Маркса, 12
mansit.rina@gmail.com

Семейство – это элемент, или же группа элементов, имеющих общий набор свойств (параметров) и связанных с ними графическим представлением элемента. Семейства Revit активно используются при проектировании сооружений архитекторами, инженерами-проектировщиками и конструкторами, так они представляют собой трехмерную модель того или иного элемента сооружения.

Ключевые слова: семейство, Revit, моделирование.

THE REVIT FAMILY IN THE DESIGN OF STRUCTURES

A. A. Sitdikova

Scientific supervisor – E. I. Filosofova

Ufa State Aviation Technical University 12 Karl Marx Street, Ufa, 450015, Russian Federation
mansit.rina@gmail.com

A family is an element, or a group of elements that share a common set of properties (parameters) and are associated with them by a graphical representation of the element. Revit families are actively used in the design of structures by architects, design engineers and designers, so they are a three-dimensional model of a particular element of the structure.

Keywords: family, Revit, modeling.

При проектировании различных сооружений сам процесс создания делится на несколько этапов. Сначала проектируется само здание, после элементы, которые будут наполнять это здание. Для полной детализации предметов (мебели, техники и прочего) часто используется такой программный продукт, как Autodesk Revit. В данной программе создаваемые объекты называются семействами.

Использование семейств Revit при проектировании сооружений имеет ряд достоинств. Использование семейств уменьшает использование памяти при работе с проектом, за счет того, что сами семейства «весят» мало. Также за счёт возможности создания типов в одном семействе исчезает необходимость создавать каждый раз новые модели, которые внешне идентичны и отличаются лишь габаритами (допустим, столы высотой 1200 и 1000 соответственно, проще создать два типа с разными высотами) [3]. Любое семейство очень легко вставить в общий проект и не занимает много времени.

Недостатком данных семейств является тот факт, что создаваемые семейства крайне «чувствительны» к используемой версии программы. Если же семейство создано на более новой версии, на версии старого года оно уже функционировать не будет. Также при создании модели, каждая деталь очень привязана к опорным плоскостям, а также параметрам [1]. Если неправильно привязать к опорным плоскостям, или же не задать параметр, допустим, высоты какой-то детали, при смене типа семейства (где меняются габариты), модель «развалиться». Процесс создания семейства требует внимания и точности, а также базовых представлений в проектировании различных предметов.

На рисунке 1 можно увидеть семейства театральных стульев в просмотре на опорном уровне. На опорном уровне (или же на уровнях спереди, сзади, справа, слева) создается чертеж

создаваемого семейства, задаются такие базовые параметры, как длина, ширина, толщина и прочее.

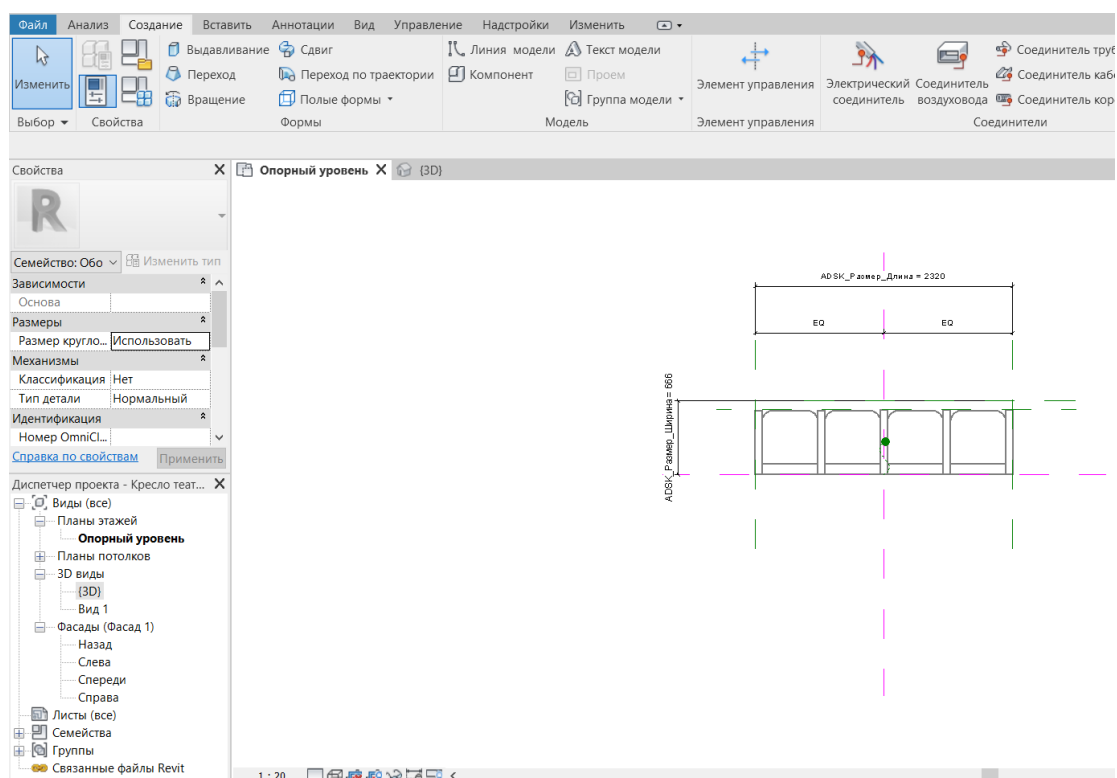


Рисунок 1 – Семейство в просмотре на опорном уровне

Для того, чтобы иметь представление, как в самом проекте будет выглядеть семейство, используется 3D вид. Причем, стоит отметить, что некоторые детали семейства можно настроить таким образом, что они будут отображаться на разных уровнях отображения (высокий, средний, низкий) [2]. Это делается для того, чтобы в зависимости от потребностей, пользователь сам определял, какой уровень детализации ему необходим. На низком уровне, обычно, семейство представлено просто в виде кубика, на последующих уровнях происходит более «глубокая» детализация, добавляются дополнительные элементы (ножки, например). На рисунке 2 показано семейство на высоком уровне детализации в 3D виде.

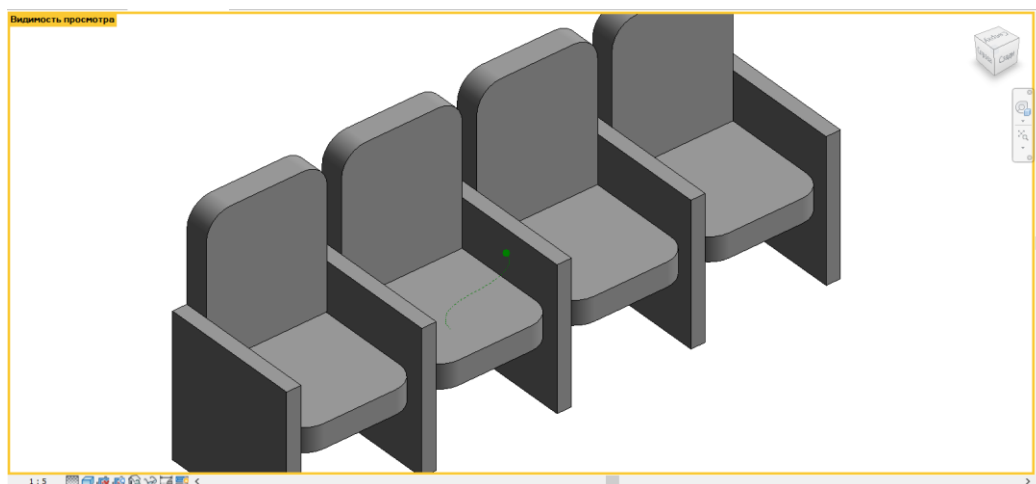


Рисунок 2 – Семейство в просмотре в 3D виде

Далее семейство загружается непосредственно в проект. На рисунке 3 можно наблюдать созданное семейства уже в проекте самого здания, а конкретнее в модели конференц-зала.

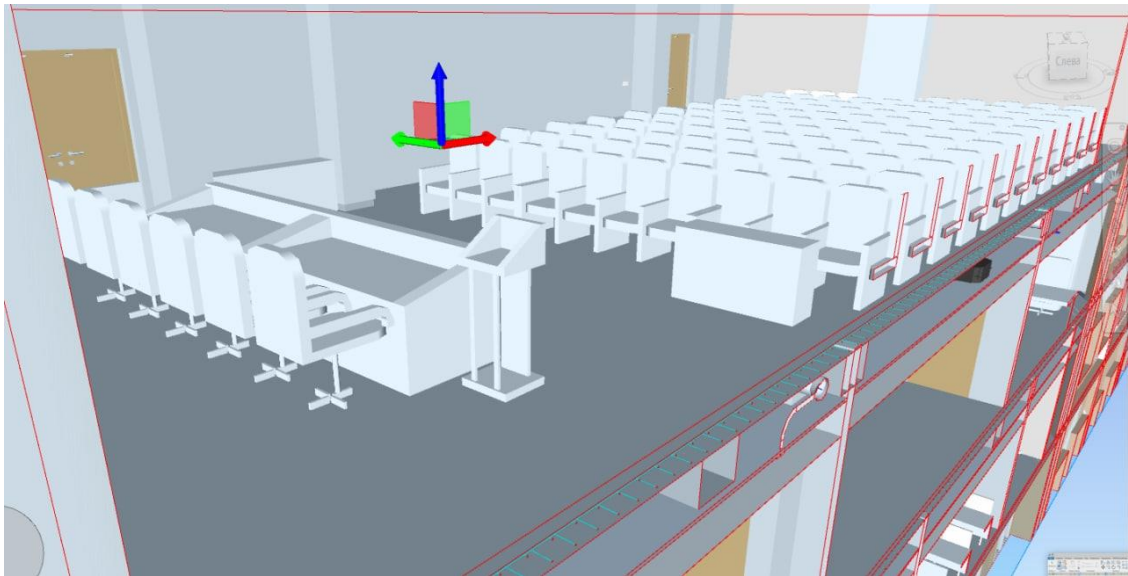


Рисунок 3 – Внедренное семейство в проект

Как можно наблюдать, семейства позволяет детально показать, как в будущем будет выглядеть здание, наполнить его. Семействам задаются те же параметры (в плане размеров), что и будущим реальным объектам. Таким образом, при проектировании здания учитываются все реальные размеры будущего объекта. Также заказчик будет уже иметь чёткое представление, как будет выглядеть его объект, что даёт возможность на начальных уровнях проектирования внести все необходимые изменения.

Библиографический список

1. Вандезанд Дж. Autodesk Revit Architecture. Начальный курс. Официальный учебный курс / Дж. Вандезанд, Ф. Рид, Э. Кригел. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 328 с.
2. Ланцов А.Л. AutoDesk Revit 2015. Компьютерное проектирование зданий / А.Л. Ланцов. – М.: ООО «Издательский центр РИОР», 2014. – 664 с.
3. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В.В. Талапов. – М.: ДМК, 2015. – 410 с.

© Ситдикова А. А., 2021

УДК 004.94:721.021.23:728.1

РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА НА РЕЛЬЕФЕ

В. А. Жиркова

Научный руководитель – Т. Ф. Ельчищева
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
Российская Федерация, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106
lerkofantazy2018@yandex.ru

В работе описывается процесс создания объемной модели индивидуального жилого дома на рельефной местности с помощью программного обеспечения для проектирования, 3D-моделирования и рендеринга.

Ключевые слова: индивидуальный жилой дом, проектирование, моделирование, рендеринг.

DEVELOPMENT OF 3D-MODELS OF INDIVIDUAL RESIDENTIAL HOUSES

V. A. Jirkova

Scientificsupervisor – T. F. Elchishcheva
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tambov State Technical University", 106, Sovetskaya street, Tambov, 392000, Russian Federation
lerkofantazy2018@yandex.ru

The paper describes process the creation of a three-dimensional model of an individual residential building on a bumpy terrain using software for design, 3D-modeling and rendering.

Keywords: individual residential building, design, modeling, rendering.

В ходе предпроектного анализа существующих проектов индивидуальных жилых домов была выявлена актуальность проектирования дома на природном рельефе. Проект объединяет архитектуру здания и ландшафт местности с комбинированием экологически чистых современных материалов и натуральных природных компонентов. Целью исследования является разработка проекта индивидуального жилого дома и нахождение оптимальных составляющих для удобного его использования с минимальным воздействием на окружающую среду.

Во все времена иметь собственный индивидуальный жилой дом – это мечта многих людей. Перспективное направление малоэтажного строительства – когда дом выполняет не только функциональные требования, но и является предметом высокой организации и выполнения современных эстетических требований и требований экологичности конструкций и материалов, а также функционального дизайна и «дружественности» к окружающей природной среде. Разработке проекта такого дома посвящена настоящая работа.

В ходе предпроектного исследования проектов-аналогов индивидуальных жилых домов были выделены два принципа взаимодействия архитектуры и ландшафта: первый – когда архитектура противопоставляется природному ландшафту, и второй – когда она сливается с ним.

Задачей предлагаемого разработанного проекта является органичное вливание его в рельеф местности при помощи таких элементов, как террасы, пандусы, лестницы, подпорные стенки, и использование приемов единения дома и природы – подчинение архитектуры здания перепадам рельефа. Естественные материалы, такие, как камень, дерево, штукатурка усиливают связь между домом и природой. Большую роль играет озеленение вертикальных и горизонтальных поверхностей здания. В таких композициях главным средством выразительности становится форма, выражающая ступенчатую динамику. Формообразование здания разворачивается через ритм горизонтальных плоскостей.

Работа над проектом индивидуального жилого дома проходила в несколько этапов:

1. На этапе анализа выбранного места строительства был изучен рельеф местности, выявлены особенности почвы, климата и других природных факторов. На рис. 1 показан предлагаемый участок рельефа для строительства в поселке Красная Поляна в пригороде Сочи. Горные породы в сочетании с теплым климатом создают атмосферу спокойствия и уюта в доме, а из окон откроются живописные виды на природные красоты Южного побережья Черного моря.

Жилой дом расположен на участке площадью 1,4 га, из них 0,5 га занимает дворовая зона с садом и огородом, остальная площадь включает постройку и рельефную местность, ограниченную данным участком. На благоустроенной территории запроектированы дорожки из плитки, которые устраиваются шириной 1,2 и 2,5 м (пешеходные) и 5 м (автомобильные). Во дворе жилого дома расположена детская площадка, зона отдыха с беседкой, бассейн, парковочная площадка. На участке преобладают хвойные породы деревьев, посажены кустарники, в саду предполагается посадка фруктовых деревьев.

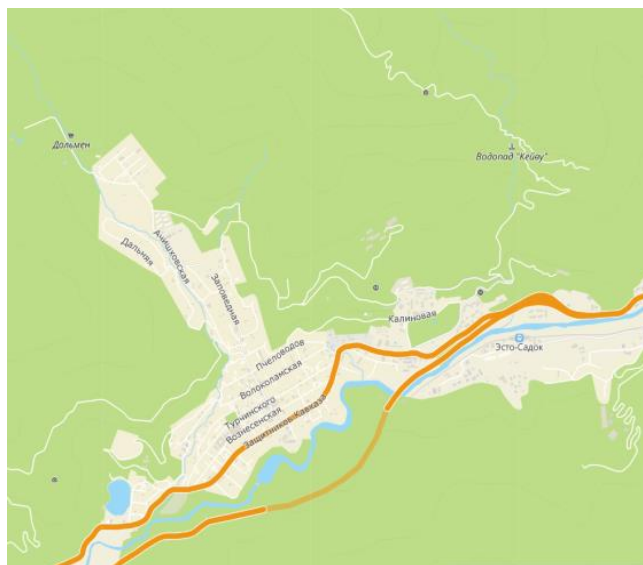


Рисунок 1 – Карта местности

2. Разработка эскизов планов и других проекций здания, подбор композиционного решения фасадов, объемно-пространственной композиции индивидуального дома. Проектируемый объект – индивидуальный жилой дом для большой семьи из 6–8 человек, который располагается в нескольких уровнях. Предлагаемое положение здания помогает оказать минимум воздействия на природный рельеф.

3. «Ручная подача» проектного материала. Проект индивидуального жилого дома был разработан в качестве курсового проекта в 4-м семестре по дисциплине «Архитектурное проектирование» по направлению «Архитектура». Проект был выполнен и представлен к оценке комиссии в «ручной подаче», что представлено на рис. 2. Слева располагается основной набор чертежей: главный и боковой фасад (М 1:100), планы 1-го и 2-го этажей (М 1:100), генеральный план (М 1:500) и разрез (М 1:100), а также экспликация помещений к планам здания и экспликация зданий и сооружений к генплану. Справа расположены перспективное изображение здания и пример интерьера холла на 1-м и 2-м этажах.



Рисунок 2 – «Ручная подача» проекта

4. Создание бумажного макета и объемной модели проектного решения.

Проектирование основных конструкций завершилось созданием макета из бумаги (рис. 3) и наглядной объемной модели индивидуального жилого дома. На рис. 4 она представлена в 2-х ракурсах без проработки рельефа окружающей среды. Работа выполнялась с использованием виртуальной программной среды ArchiCAD 22 (учебная версия).



Рисунок 3 – Макет индивидуального жилого дома



Рисунок 4 – Объемная модель проекта

Конструктивный тип здания – каркасно-стеновой [1, 3]. Состоит из стен, колонн, балок, перекрытий. Стены выполнены из кирпича: несущие (510 мм), самонесущие (380 мм), перегородки (120 мм). Колонны выполнены квадратного сечения – железобетонные (300×300 мм) и деревянные (200×200 мм). Облицовкой наружных ограждающих конструкций является система навесного вентилируемого фасада, выполненного из термодревеси и камня. Плиты перекрытия – пустотные (толщина 220 мм). Крыша выполнена четырех видов – плоская неэксплуатируемая, плоская эксплуатируемая, скатная и остекленная. Плоская, совмещенная состоит из непосредственно перекрытия, гидроизоляции, термоизоляционного слоя, холста из синтетических волокон, слоя гравия и защитного водонепроницаемого ковра,

выполненного из нескольких слоев. Эксплуатируемая плоская озелененная крыша состоит из бетонного основания, изоляционных слоев, водозадерживающих слоев, грунта и растительности. Скатная крыша выполнена с деревянными наслонными стропилами по стойкам и прогонам. Остекленная крыша представляет собой однокамерные стеклопакеты на деревянном каркасе [2, 4].

Окна: по материалу изготовления – деревянные, по механизму открывания – створчатые и глухие, по числу стекол – с двумя и более. Двери: деревянные со стеклянным заполнением. Ограждения террас и веранды: стеклянные антивандальные панели высотой 900 мм с деревянными стойками.

Особенностью здания является остекленный потолок в двухэтажном холле с лестницей. На фасаде явно выражено изменение уровня помещений для большей связи с рельефом местности. Темно-коричневая крыша создает контраст между вертикальными и горизонтальными плоскостями, что в сочетании с озеленением участка напоминает природные мотивы. Наклонные крыши создают динамичную композицию отдельных частей дома. Некоторые фасады состоят из вертикальных деревянных панелей. Для отдыха жильцов запроектированы террасы, оранжерея, беседка и бассейн, каждый член семьи найдет себе место для уютного времяпровождения [5].

Здание двухэтажное. Общая площадь – 795 м², жилая площадь – 450 м², площадь застройки – 351 м², строительный объем – 2459 м³. Первый этаж представляет собой дневную зону для отдыха и постоянного пребывания. Второй этаж – это ночная зона для семьи и гостей. На первом этаже расположены: входная группа; тамбур – 6 м²; прихожая – 24,8 м²; гардеробная – 5,5 м²; холл – 25,9 м²; гостиная – 60,0 м²; кухня-столовая – 55,6 м²; веранда – 46,0 м²; постирочная – 24,0 м²; подвал – 28,0 м²; кладовая – 10,5 м²; санузел – 5,7 м²; топочная – 5,0 м²; мастерская – 8,0 м²; хозяйственный коридор – 4,0 м²; гараж – 21,0 м².

На втором этаже расположены: открытая терраса – 59,0 м²; терраса с навесом – 25,0 м²; гардеробная – 7,3 м²; балкон – 8,8 м²; спальня для родителей – 30,0 м²; душевая – 6,4 м²; детская комната – 11,2 м²; мастерская – 19,0 м²; оранжерея – 30,0 м²; холл – 36,4 м²; коридор – 12,0 м²; гостевая спальня – 23,6 м²; совмещенный санузел – 12,0 м²; спальня 1-я – 17,0 м²; спальня 2-я – 16,0 м²; библиотека – 31,9 м²; летняя площадка – 52,0 м²; бассейн – 33,0 м².

На крыше дома запроектирована установка из солнечных батарей для аккумулирования солнечной энергии, которая преобразуется затем в электроэнергию. Использование большого количества остекления обеспечивает хорошую инсоляцию для всех жизненных процессов человека. Стекла в здании имеют специальное затемненное защитное покрытие для недопущения перегрева внутреннего пространства в жаркое время года. В качестве основного способа подачи воды в дом используется скважина, располагающаяся непосредственно на участке.

Запроектированное здание отвечает не только требованиям строительных норм и правил, но и несет функцию воспитания, предлагая своим устройством уделять большее внимание охране окружающей природной среде с минимальным воздействием на нее, при этом предоставляя обитателям такого дома все возможности для жизни в современных комфортных условиях.

Библиографический список

1. Енин, А. Е. Комплексное проектирование малоэтажного жилого дома : курсовое проектирование / А. Е. Енин. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. – 187 с. . – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24354215>
2. Ельчищева Т. Ф. Малоэтажный жилой дом из мелкогабаритных элементов [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие. В 2 ч. / Т. Ф. Ельчищева. – Тамбов Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/r.php?r=obuch.book.elib3&id=1&year=2014>.

3. Кривошапко, С. Н. Конструкции зданий и сооружений : учебник для СПО / С. Н. Кривошапко, В. В. Галишникова. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 476 с. — (Серия : Профессиональное образование). – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/E8D85DBC-59D0-433C-8F14-FE856F342FEF/konstrukcii-zdaniy-i-sooruzheniy#page/234>.

4. Каганович, Н.Н. Малоэтажный жилой дом / Н.Н. Каганович. Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2014. – 98 с. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30662618>.

5. Строганова, Т. Б. Малоэтажный жилой дом на одну семью : Учебно-методическое пособие к выполнению архитектурно-конструктивного проекта / Т. Б. Строганова. – Пермь : Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, 2011. – 148 с. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22506831>

© Жиркова В. А., Ельчищева Т. Ф., 2021

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРАКТИВНЫХ 3D МОДЕЛЕЙ

А. К. Блинков

Научный руководитель – А. Р. Христинич

Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского государственного университета путей сообщения

Российская Федерация, 660028, г. Красноярск, ул. «Новая заря», 2И

blinkov_ak@mail.ru

Разработка программно-аппаратного комплекса для обучения, повышения качества образования, отработки и совершенствования навыков студентов с использованием программного обеспечения 3D Max и UNITY.

Ключевые слова: 3D Max, UNITY, разъединитель, интерактивность, лаборатория знаний.

METHODS OF TEACHING STUDENTS USING INTERACTIVE 3D MODELS

A. K. Blinkov

Scientific supervisor – A. R. Hristinich

Krasnoyarsk Institute of Railway Transport branch of Irkutsk State University of Railway Transport

Russian Federation, 660028, Krasnoyarsk, ul. "New Dawn", 2I

blinkov_ak@mail.ru

Development of a software and hardware complex for training, improving the quality of education, working out and improving the skills of students using 3D Max and UNITY software.

Keywords: 3D Max, UNITY, Disconnecter, interactivity, Knowledge lab.

Увеличение доли самостоятельного обучения студентов требует соответствующей реорганизации учебного процесса, модернизации учебно-методического обеспечения, разработки новых дидактических подходов к освоению учебного материала. Поскольку главным средством обучения являются учебники, роль электронных носителей учебной информации для самообучения существенно возрастает. Глобальная информатизация образования и интенсивное развитие дистанционного обучения требуют создания новых обучающих компьютерных программ. Широкое распространение Internet-технологий, развитие мультимедиа, компьютерной графики и алгоритмов компрессии цифровых данных создают предпосылки к разработке новых методов обучения студентов путем погружения их в виртуальную реальность, имитирующую среду будущей профессиональной деятельности [1-3].

Так как в учебниках не имеется возможность осмотреть разного рода механизм, вследствие чего, студент не всегда может понять принцип работы или физику процесса. Чтобы увеличить качество образования, мы предлагаем создание интерактивных 3D моделей, текстур и анимации, относящихся непосредственно к специализациям профессий.

Наши разработки имеют место в практике так как, в институте функционирует Лаборатория знаний. Резиденты лаборатории имеют опыт создания трехмерных моделей и написания программного кода для систем виртуальной реальности.

В активе лаборатории находятся компьютерный класс на 15 рабочих мест, система виртуальной реальности HTC Vive, 2 VR-box; графические планшеты и необходимое программное обеспечение. В портфолио лаборатории имеются завершённые проекты для Росатома и МЧС России.

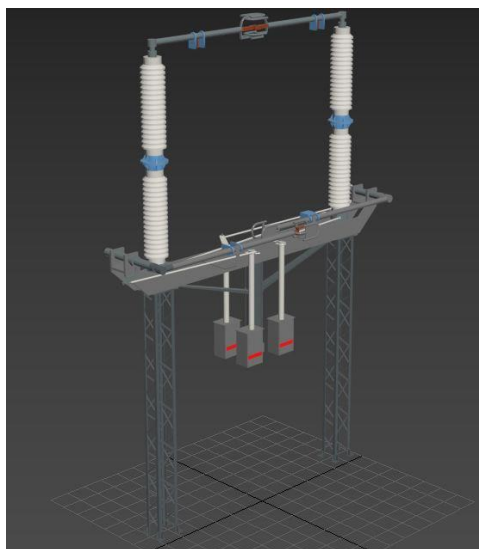


Рисунок 1 – Разъединитель РГ-110(220) УХЛ1

Модель, представленная на рисунке 1 уже полностью готова, на данной модели также показан принцип работы разъединителя (движение заземляющих штанг, контактов и возникновение дуги между контактами), (рисунок 2).

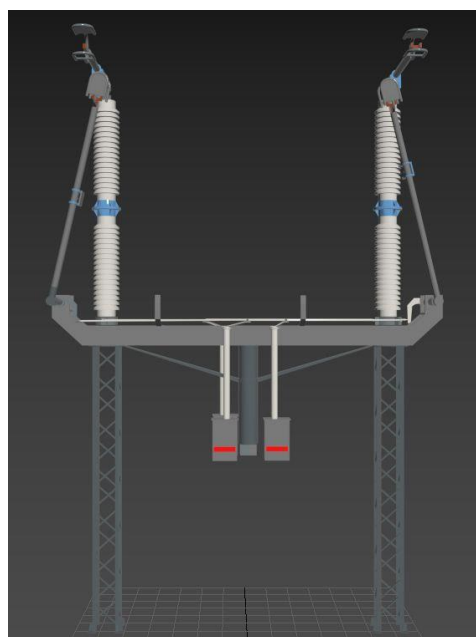


Рисунок 2 – Разъединитель РГ-110(220) УХЛ1 в состоянии включен

Данная модель разъединителя уже была продемонстрирована студентам, которые смогли сами включать и отключать его, смотреть составные части, читать описание данных частей, далее было проведено тестирование по данному разъединителю, которое показало, что 90% обучающихся знают принцип работы и его составные части на отлично. Данный показатель дал нам повод продолжать создание разного рода моделей.

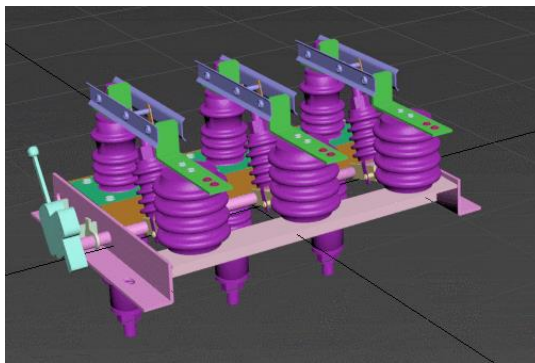


Рисунок 3 – РВФ 10кВ 1000А

Разъединитель представленный на рисунке 3 созданный в 3D Max имеет полное сходство с физическим разъединителем данного вида, так же был применен принцип работы данного разъединителя, для более полной картины его работы, были учтены все виды переключений. Данная модель так же внедряется, в виде опыта, в учебный процесс, студенты занимавшиеся по 3D модели смогли изучить данный разъединитель в полной мере, включать и отключать его и смотреть как происходит процесс.

Дальнейшее развитие предполагает создание всего спектра необходимой аппаратуры и оборудования для разных специальностей где это необходимо, так же на основе моделей будут создаваться интерактивные лабораторные работы, практические занятия, в которых студент будет сам осуществлять сбор разного рода электрических цепей, в зависимости от заданий данных преподавателем. Планируется модернизировать и тип лекций, через проектор на экран можно будет выводить разное смоделированное оборудование, и преподаватель на примере будет объяснять принцип работы, показывать как включать отключать аппаратуру или оборудование, физические и химические процессы происходящие в нем и так далее. Так же идет создание интерактивной программы обучения, в которой студент сможет смоделировать собственную подстанцию, и посмотреть как будет осуществляться питание сети, в основе программы будут лежать все необходимые 3D модели составных частей подстанции и манипулируя этими моделями студент сам спроектирует свою подстанцию по всем нормативным документам. Все это значительно улучшит качество образования, полное осознание материала студентом и подкрепление его данной модернизацией в обучении, даст специалистов нового класса, которым останется только дать задание.

Библиографический список

1. Землянов, Г. С. 3D-моделирование / Г. С. Землянов, В. В. Ермолаева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 186-189. — URL: <https://moluch.ru/archive/91/18642/> (дата обращения: 15.03.2021).
2. Бойков Е.В. Методика самостоятельного обучения студентов информатике с помощью объектно-ориентированных электронных учебников [Текст] : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 : защищена 21.03.2012: утв. 15.07.2012 / Бойков Евгений Викторович, - К., 2012. -138 с. – Библиогр.: с. 3-15. – 005.015.315
3. HTC Vive [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (546 Мб). - М. : Большая Рос. энцикл. [и др.], 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см + рук. пользователя (1 л.) + открытка (1 л.). - (Интерактивный мир). - Систем. требования : ПК 486 или выше ; 8 Мб ОЗУ ; Windows 3.1 или Windows 95 ; SVGA 32768 и более цв. ; 640x480 ; 4x CD-ROM дисковод ; 16-бит. зв. карта ; мышь. - Загл. с экрана. - Диск и сопровод. материал помещены в контейнер 20x14 см

УДК 004.946

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ В VR

А. К. Блинков

Научный руководитель – Е. В. Бойков

Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал Иркутского государственного
университета путей сообщения

Российская Федерация, 660028, г. Красноярск, ул. «Новая заря», 2И
blinkov_ak@mail.ru

Разработка программно-аппаратного комплекса для обучения, повышения квалификации, отработки и совершенствования навыков работников локомотивных бригад с использованием систем виртуальной реальности (далее VR-систем).

Ключевые слова: 3D Max, системы виртуальной реальности, локомотив, электрическая часть, механическая часть, крышное оборудование, кузов и кабины.

DEVICE AND OPERATION OF ELECTRIC LOCOMOTIVES IN VR

A. K. Blinkov

Scientific supervisor – E. V. Boikov

Krasnoyarsk Institute of Railway Transport branch of Irkutsk State University of Railway Transport

Russian Federation, 660028, Krasnoyarsk, ul. "New Dawn", 2I
blinkov_ak@mail.ru

Development of a software and hardware complex for training, advanced training, testing and improving the skills of employees of locomotive crews using virtual reality systems (hereinafter referred to as VR systems).

Keywords: 3D Max, virtual reality systems, locomotive, electrical part, mechanical part, roof equipment, body and cabs.

Программа предназначена для ознакомления с новыми сериями локомотивов, поиску неисправностей, отработки навыков работы с технологически сложным оборудованием, изучения нестандартных ситуаций в работе локомотива и способов их устранения [1-3].

В этой программе наглядно представлены узлы и механизмы следующих систем электровоза:

- электрическая часть;
- механическая часть;
- крышное оборудование;
- кузов и кабины.

Программа создана на основе объектно-ориентированного подхода с использованием трехмерной интерактивной графики в режиме реального времени.



Рисунок 1 – 3D модели локомотивов, созданные с помощью 3D Max

Собственная разработка. В программе используются оригинальные 3D-модели, текстуры, анимации и программный код разработанные в КрИЖТ, позволяющие демонстрировать эффектную картинку при низких системных требованиях. Программа может быть адаптирована под использование любых систем виртуальной реальности.

Интуитивное управление. Программа не требует обучения. Основными элементами меню являются стендовые модели электровозов, что делает навигацию по ним быстрой и прозрачной.

Виртуальные туры. Программа дает пользователю возможность свободного перемещения по электровозу или использовать рекомендуемую траекторию.

Электрические схемы. Электрические схемы демонстрируются в привязке к трехмерным моделям систем и узлов электровоза, что способствует пониманию их работы. Схемы интерактивны и анимированы.

Обучение и проверка знаний. Программа имеет обучающую и тестирующую подсистемы. Система отслеживает степень изученности каждого элемента и демонстрирует это на наглядной круговой диаграмме. Тестирующая система имеет широкий спектр проверочных заданий. Результаты проверки знаний могут храниться как в отдельной базе данных, так и в базе СДО ОАО «РЖД».

Выбор тем обучения. Оригинальное решение с использованием стендовых моделей в качестве наглядного, интерактивного меню дает возможность быстрого выбора темы, системы или узла для изучения и проверки знаний.

Интеграция. Программа может быть интегрирована с другими программными продуктами ОАО «РЖД», например внедрена в систему дистанционного обучения ОАО «РЖД» или адаптирована под системы виртуальной реальности корпоративных учебных центров.

Изменение учебного контента. Заказчику предоставляются все исходные файлы и части программного кода с подробными комментариями и возможностью внесения изменений. Программа построена по принципам объектно-ориентированного подхода, что позволяет модифицировать отдельные подсистемы, добавлять новые узлы и описания, создавать новые тесты. Описание систем и узлов, вопросы, задания и настройки сложности могут быть изменены с помощью текстового редактора.

Анимация. Движущиеся части локомотива анимированы и могут наблюдаться в процессе работы.

Методика и дидактика. При разработке учитывались психофизиологические особенности восприятия, обработки и хранения информации человеком, использовались современные дидактические подходы и исследования в области когнитивной психологии. Ключевые технологии и методики многократно исследовались и защищены в форме кандидатской диссертации.



Рисунок 2 – Вид из VR очков

Проверка знаний

Проверка знаний осуществляется оригинальной системой тестирования. Программа формирует вопросы на основе трехмерных моделей. Для ответа на задания необходимо взаимодействовать с уже изученными объектами, что обеспечивает дополнительное повторение и связывает изучение и проверку знаний в единый процесс.

Выбор ответа из четырех предложенных вариантов

Стандартный тип вопросов. На фоновом рисунке нет прямых подсказок, но он относится к теме вопроса и может помочь вспомнить правильный ответ.

Выбор соответствующего объекта

Для решения этой задачи учащийся должен внимательно прочитать вопрос и указать соответствующий вопросу элемент электровоза. При этом объект должен изменить цвет. Для подтверждения выбора учащийся должен нажать на соответствующую кнопку. Такие вопросы имеют гораздо больше вариантов ответов, чем вопросы первого типа, и их количество напрямую зависит от сложности изучаемого устройства. Задания такого типа в большей степени направлены на проверку понимания и практически исключают возможность угадывания.

Drag&Drop - вопросы

Вопросы данного типа состоят из последовательности заданий на перетаскивание объектов и поэтапную сборку узла или системы и направлены на проверку знаний географии расположения и понимания устройства узлов и систем.

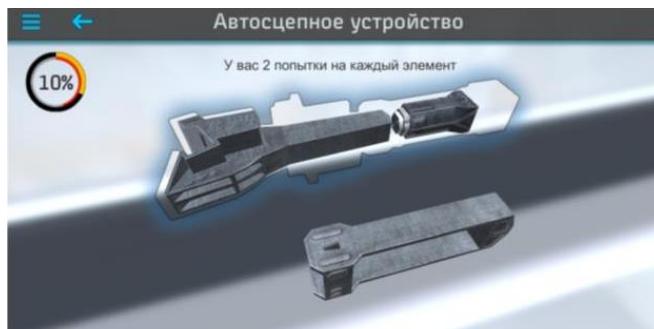


Рисунок 3 - Пример тестирования

Квесты

Самый сложный тип вопросов, состоящий из последовательности заданий, может включать любые из предыдущих типов вопросов, а также задания на взаимодействие с трехмерными объектами, имитирующими реальные действия и ситуации.

Степень готовности

Разработана демонстрационная версия программы:

- написан программный код для систем управления, перемещения, телепортации и взаимодействия пользователя с элементами виртуальной реальности;
- разработаны подсистемы обучения и проверки знаний;
- создано 30% всех систем и устройств электровоза ЭП1

Производственные возможности

В институте функционирует Лаборатория знаний. Резиденты лаборатории имеют опыт создания трехмерных моделей и написания программного кода для систем виртуальной реальности.

В активе лаборатории находятся компьютерный класс на 15 рабочих мест, система виртуальной реальности HTC Vive, 2 VR-box; графические планшеты и необходимое программное обеспечение. В портфолио лаборатории имеются завершённые проекты для Росатома и МЧС России.

Сетевая структура лаборатории знаний позволяет масштабировать процесс разработки трехмерных интерактивных обучающих моделей и вести одновременную разработку нескольких моделей электровозов.

На завершение разработки первой эталонной модели электровоза и программного кода потребуется от 9 до 12 месяцев. Скорость разработки последующих моделей будет зависеть от степени их оригинальности и отличия от эталонной модели и может идти параллельно.

Технико-экономическая эффективность решения

Разработка программы и первой (эталонной) модели электровоза оценивается от 1 500 000 до 2 000 000 руб. в зависимости от глубины проработки и детализации, затребованной заказчиком. Стоимость разработки последующих моделей будет существенно ниже и зависит от объема уникальных узлов и описаний отличных от первой модели.

Стоимость одного комплекта VR-системы может варьироваться от 20 000 до 100 000 руб. в зависимости от выбранного заказчиком варианта. Также программа может быть адаптирована под имеющиеся в учебных центрах ОАО РЖД VR-системы.

Библиографический список

1. Землянов, Г. С. 3D-моделирование / Г. С. Землянов, В. В. Ермолаева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 186-189. — URL: <https://moluch.ru/archive/91/18642/> (дата обращения: 15.03.2021).
2. Узлы и механизмы следующих систем электровоза [Текст] : информ.-аналит. журн. / учредитель: ОАО «Российские железные дороги». – 2021, июнь - . – М. : ЛОКОМОТИВ, 2021-.- двухмес. - ISSN: 0869-8147 2021, N 1-3. - 2000 экз.
3. Drag&Drop – вопросы [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикладная прогр. (546 Мб). - М. : Большая Рос. энцикл. [и др.], 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см + рук. пользователя (1 л.) + открытка (1 л.). - (Интерактивный мир). - Систем. требования : ПК 486 или выше ; 8 Мб ОЗУ ; Windows 3.1 или Windows 95 ; SVGA 32768 и более цв. ; 640x480 ; 4x CD-ROM дисковод ; 16-бит. зв. карта ; мышь. - Загл. с экрана. - Диск и сопровод. материал помещены в контейнер 20x14 см

© Блинков А. К., 2021

УДК 76.021 + 74.01/.09

ПРИЧИНЫ АКТУАЛИЗАЦИИ 3D ГРАФИКИ КАК ТЕХНИЧЕСКОГО МЕТОДА И СРЕДСТВА ВИЗУАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ В ГРАФИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ

Р. А. Шестерякова

Научный руководитель – О. В. Буцера

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Россия 124498, г. Зеленоград,

г. Москва, пл. Шокина 1

shesteryakova458@gmail.com

В статье поднимается вопрос о влиянии трёхмерного моделирования на тенденции и развитие графического дизайна. С каждым годом 3D визуализация всё чаще встречается в разнообразных отраслях дизайна и выходит за рамки использования исключительно в промышленных целях. Именно поэтому необходимо подробно изучить причины и принципы актуализации объёмного моделирования в современном искусстве.

Ключевые слова: трёхмерное моделирование, графический дизайн, визуализация, скевоморфизм, объём, программное обеспечение, современное искусство.

REASONS FOR THE ACTUALIZATION OF 3D GRAPHICS AS A TECHNICAL METHOD AND MEANS OF VISUAL COMMUNICATION IN GRAPHIC DESIGN

R. A. Shesteryakova

Scientific supervisor – O. V. Butserova

National Research University "MIET", Russia, 124498, Zelenograd, Moscow, pl. Shokina 1

shesteryakova458@gmail.com

The article raises the question of the influence of three-dimensional modeling on the trends and development of graphic design. Every year, 3D visualization is increasingly common in various branches of design and goes beyond the use solely for industrial purposes. That is why it is necessary to examine in detail the causes and principles of the actualization of three-dimensional modeling in contemporary art.

Key words: 3D modeling, graphic design, visualization, skevomorphism, volume, software, modern art.

Введение

В проведённом исследовании авторы поднимают и изучают вопрос актуализации трёхмерного моделирования как приёма графического дизайна. Целью исследования является подробное обоснование причин столь активного роста популярности 3D в современном дизайне и искусстве.

Задачами статьи являются: анализ актуальности применения 3D моделирования в графическом дизайне; выявление наиболее актуальных приёмов объёмной визуализации; обзор программ для создания трёхмерных объектов и сцен.

Будучи комплексом инструментов и приёмов, которые позволяют создавать объёмные объекты и компоновать их в пространстве, 3D является неотъемлемой частью дизайна и искусства. Подобный приём визуализации применим в таких разнообразных отраслях, как реклама, упаковка, анимация, UX/UI-проектирование и т.д. Стремление человека создать фотореалистичные кадры, воплотить реальность в виртуальном измерении, а также перенести

идею в материальный мир – всё это влияет на активный рост популярности такого явления как трёхмерное моделирование. Использование подобной визуализации – очень эффективно и востребовано в современных реалиях.

Скачок прогресса в развитии технологий 3D графики и предметов виртуальной реальности сместил парадигму от использования двухмерной визуализации к активному применению объёмного моделирования в дизайне и искусстве. Современные компании стремятся к иммерсивному подходу восприятия информации потребителем. В связи с этим востребованность специалистов в индустрии 3D визуализации активно растёт.

Наиболее очевидной областью применения трёхмерного моделирования является инженерия и промышленно-средовой дизайн. Разработка деталей, предназначенных для машиностроения, визуализация архитектурных объектов в пространстве, проектирование предметов промышленного производства – для этих задач 3D моделирование использовалось на начальной стадии своего развития. Однако со временем трёхмерная графика была внедрена в индустрию кино, анимации, игр, а также графического дизайна, где получила импульс в развитии [1].

Исходя из ежегодных отчётов социальной медиа-платформы Bēhance, 3D визуализация является одной из главных тенденций графического дизайна на протяжении последних 5 лет. На момент 2021 года трёхмерное моделирование признано главным трендом современного искусства, которое активно используется в UX/UI-проектах, создании логотипов, корпоративной айдентики и т.д [6].

Отчёт «Visualizing the Future» от 2019 года, предоставленный Burning Glass Technologies – аналитической программной компании, исследующей данные о тенденциях рынка труда, демонстрирует рост вакансий, которые требуют навыки 3D графики. Что интересно – это растущий интерес к применению трёхмерной визуализации в реальном времени в сфере рекламы и PR:

Таблица 1: Вакансии и относительный рост навыков 3D в реальном времени

Профессиональная область*	Вакансии, требующие навыков 3D (2018)	Рост доли карьерных областей, требующих навыков 3D (2013–2018)
Информационные технологии	11,441	129%
Машиностроение	4,053	189%
Дизайн и Медиа-индустрия	2,724	83%
Продажи	1,722	402%
Строительство и Архитектура	1,192	180%
Маркетинг и PR	1,091	669%
Бизнес менеджмент	1,002	383%
Образование	820	73%
Аналитика	600	186%

* Профессии, которые имеют минимум 500 открытых вакансий, требующих навыков 3D графики в реальном времени (2018)

@ Burning Glass Technologies 2019

Рисунок 1 – Вакансии и относительный рост навыков 3D в реальном времени

Источник: <http://surl.li/pzfq>

Принимая во внимание выше сказанное, можно сделать вывод, что использование объёмной визуализации в графическом дизайне является очень перспективным и активно развивающимся направлением деятельности. С увеличением количества различных сфер,

в которых применяется 3D моделирование, растёт спрос на профессионалов в данной области. На данный момент трёхмерная графика является наиболее актуальным методом реализации множества дизайн-проектов [3].

Основная часть

Исходя из статьи «Logo evolutions of the world's biggest brands» на платформе 99designs, в период с 2000 г. до 2005 г. трёхмерная визуализация была на пике своей популярности в сфере лого-проектирования. Так, в начале первого десятилетия 21 века 3D ребрендинг сделали такие компании, как Chevrolet, BMW, Ford, Pepsi и др. Приведённые примеры были спроектированы с применением традиционных программ для работы с растровой и/или векторной графикой, таких как Adobe Photoshop, Illustrator и др., учитывая принцип создания ощущения объёмности изображения [8].

Окончательно 3D визуализация закрепились в сфере графического дизайна с выходом одного из первых сенсорных смартфонов iPhone от корпорации Apple. Интерфейс разработанной компанией операционной системы iOS был полностью выполнен в объёмной стилистике. К 3D элементам дизайна относились: иконки приложений, их внутреннее наполнение, логотип Apple, функциональные сенсорные клавиши.



Рисунок 2 – Скевоморфный дизайн интерфейса iOS 6

Источник: <http://surl.li/pzfo>

Одной из главных причин популяризации трёхмерной визуализации в период первого десятилетия 21 века стало такое явление как скевоморфизм (англ. skeuomorph (скюаморф)); греч. σκεῦος — «сосуд», «орудие», μορφή — «форма») – тенденция в дизайне, в основе которой лежит реалистичное, объёмное изображение объектов. Графике в подобной стилистике свойственно намеренно созданное за счёт света, тени, бликов и текстур ощущение пространства. Главная идея заключалась в том, чтобы внешний вид кнопок и иконок на экране был привычен и знаком глазу пользователя. Начало двухтысячных – период расцвета компьютерных технологий, скачок прогресса. Появление новых непривычных людям устройств привело дизайнеров к задаче создать понятный, знакомый пользователю интерфейс. Было необходимо реализовать ощущение кнопки, на которую можно нажать. Так, скевоморфная объёмная стилистика стала путём приобщения общества к технологиям

прогресса, а также предпосылкой к активному использованию 3D моделирования в графическом дизайне в будущем [4].

Однако с 2013 года можно наблюдать активный спад использования объёмных изображений в логотипах, рекламе, интерфейсах и др. С выходом глобального обновления операционной системы iPhone iOS 7 тенденции сменяются в сторону двухмерного дизайна. Интерфейс был полностью изменён: тени, света, блики и текстуры пропали. Дизайн сдвинулся в сторону примитивизации и векторной графики. В первую очередь это произошло по причине смены пользователей: спустя несколько лет основная их масса привыкла к языку схематичных изображений, поэтому необходимость реалистичного повторения объектов в дизайне отпала. Также цели общества стали другими: людям стала необходима скорость и простота в работе с устройствами. Для этого дизайнеры были вынуждены отказаться от насыщенного деталями скевоморфизма в пользу векторных лаконичных изображений. Более того, в скевоморфизме, при уменьшении логотипов, иконок и других деталей интерфейса, картинка превращалась в рябь. Вектор легко решал эту проблему за счёт своей контрастности и упрощённости. [9]

Таким образом, тенденции дизайна временно сдвинулись в сторону 2D визуализации, что можно проследить в ежегодных сводках от медиа-платформы Bēhance.



Рисунок 3 – 3D композиция для рекламы Nike

Источник: <http://surl.li/pxwd>

Если проследить аналитические публикации таких медиа-платформ, как Bēhance, Canva, Browworks и др., можно обнаружить, что объёмная визуализация начала активно покорять сферы графического дизайна начиная с 2017 года. Всё началось с 3D абстракций, которые захватили область рекламы. Дизайнеры не просто создавали ощущение объёмного пространства, а работали в нём.

В период 2013-2017 годов интернет-пользователей окружала в большинстве своём векторная графика. Логотипы компаний, интерфейсы приложений, внешний вид лендингов (целевых страниц) были упрощёнными и плоскими. Подобное однообразие могло наскучить глазу пользователя, соответственно объём и текстура вновь начали завоёвывать внимание общественности. Реалистичные объекты, трёхмерная типографика, глубина композиции – всё это очень контрастировало с 2D дизайном того периода и, соответственно, цепляло глаз человека. Тренд 3D моделирования в графическом дизайне 2017 года начинал набирать обороты: после нескольких лет торжества градиентов и плоской геометрии в индустрию возвращаются реалистичные текстуры. Стоит отметить, что трёхмерная графика не только занимает единоличную позицию в качестве современного тренда в дизайне, но и успешно комбинируется с векторной визуализацией и фотографией [5].

В статьях платформы Behance о трендах графического дизайна отмечается, что новизна 3D визуализации заключается в том, что она активно используется именно в пользовательских интерфейсах, где ранее доминировали векторные изображения и элементы. Также стоит отметить популярность минималистичных трёхмерных иллюстраций, которые вдохновлены простотой плоского дизайна.

Не менее важной причиной актуализации 3D моделирования в графическом дизайне стало развитие программных обеспечений, отвечающие за функции трёхмерной визуализации. Ранее наиболее популярные 3D Studio Max, Maya и Cinema 4D отличались сложным для новичков интерфейсом, а также платным доступом в виде подписки или покупки лицензионного доступа. Однако спустя года появились альтернативы, одной из которых является Blender 3D – бесплатный программный продукт, предназначенный для создания, редактирования и анимирования трёхмерной графики. Рабочее пространство проекта считается одним из самых новаторских концепций графического интерфейса, также он прост для изучения и имеет открытый исходный код. Преимуществом пакета Blender является его небольшой размер в сравнении с другими популярными ПО для 3D моделирования. Также стоит отметить, что программа доступна для скачивания в Steam – онлайн-сервисе распространения компьютерных игр и программ, что говорит о поддержке ПО корпорацией Valve – одной из наиболее прогрессивных компьютерных компаний современности [2].

Помимо Blender 3D в настоящее время актуальны такие программные обеспечения, как Adobe Dimensions и Figma, которые предназначены непосредственно для создания графического дизайна. Dimensions CC позволяет работать с визуализацией, совмещающей 2D и 3D графику. Одним из главных плюсов этого приложения является схожий интерфейс с Adobe Photoshop и Illustrator, знакомый каждому дизайнеру. Создание макетов, мокапов, реалистичных сцен для представления продукта и т.д. – всё это осуществляется в среде Dimensions CC.

Figma – онлайн-графический редактор для создания прототипов сайта, интерфейса приложения и др. – имеет плагины, которые делают использование 3D не только возможным, но удобным и несложным для освоения. Это программное обеспечение бесплатное и доступно в сети Интернет любому желающему изучить применение трёхмерной визуализации в графическом дизайне на начальном уровне.

Развитие такой технологии как рендер в реальном времени послужило новой парадигмой для 3D дизайна. Эта технология позволяет достичь наиболее высокой степени фотореализма, даёт возможность показать максимальное количество информации, которую может обработать человеческий глаз за долю секунды. 3D в режиме реального времени изначально разрабатывалось для интерактивных медиа, как игры, симуляторы и анимация. Однако подобный скачок в развитии трёхмерного моделирования привлёк внимание общественности. 3D визуализация начала захватывать новые профессиональные области, среди которых выступает графический дизайн [7].

В связи с ростом популярности виртуальных миров и дополненной реальности, 3D графика получает новый импульс в развитии. Применение подобных технологий привлекает внимание пользователей и пробуждает интерес к нововведениям в сфере трёхмерной визуализации. В период 2017-2020 годов активно выпускаются приложения, основанные на дополненной реальности. Например, IKEA – одна из крупнейших торговых сетей по продаже мебели и товаров для дома, в марте 2018 года выпускает приложение IKEA Place, взаимодействующее с камерой смартфона и интернет-магазином компании. Подобное нововведение стало новаторским и привлекло огромное внимание пользователей. Приложение помогает покупателям в создании интерьера, не выходя из дома, что не теряет актуальности в 2021 году. Технология дополненной реальности не только позволила 3D графике

распространить влияние на новые профессиональные сферы, но и само стало частью графического дизайна.

Интернет-пользователи хотят, чтобы цифровой мир был визуально идентичен настоящему. Именно поэтому реалистичные текстуры, объёмное глубокое пространство, правдоподобно воссозданные объекты приобретают популярность не только в кино и игровой индустрии, но и других профессиональных сферах. Мы можем наблюдать 3D дизайн в современной рекламе, фирменных стилях, интерфейсах, иллюстрациях и т.д. Трёхмерное моделирование в 2021 году настолько сильно влияет на все отрасли дизайна, что можно сказать, что на данный момент оно преобладает над другими приёмами графической визуализации. С внедрением дополненной реальности в приложения, сайты и программные обеспечения 3D будет завоевывать всё больше профессиональных позиций. Дизайнеры сочетают трёхмерную графику с фотографией и 2D визуализацией, создавая синтетический дизайн. Все эти приёмы создают совершенно новую уникальную концепцию, которая захватила медиа индустрию.

Библиографический список

1. UX-дизайн [Текст]: практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия. – / У. Расс, Ч. Кэролайн. – М.: Символ-Плюс, 2011. – 336 с.
2. Инструменты моделирования в Blender [Электронный ресурс]: учеб. пособие по работе в среде Blender. – / А. Слакв. – Электрон. текстов. дан. – Самиздат, 2018. – Режим доступа: <https://blender3d.com.ua/modeling-tools-book/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Визуализация будущего [Электронный ресурс]. – Электрон. журнал – [Б.м.]: Burning Glass Technologies, 2019. – Режим доступа: https://www.burning-glass.com/wp-content/uploads/Visualizing_future_3D_skills.pdf, свободный – Загл. с экрана. – Яз. англ.
4. Скевоморфизм в цифровых интерфейсах и художественных программах [Электронный ресурс]. – / Д.Ю. Некрасов. – Электрон. статья – [Б.м.]: Театр. Живопись. Кино. Музыка, 2015. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/skevomorfizm-v-tsifrovyyh-interfeysah-i-hudozhestvennyh-programmah/viewer>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Тенденции графического дизайна 2017 [Электронный ресурс]. – Электрон. статья – [Б.м.]: Behance, 2017. – Режим доступа: <https://www.behance.net/gallery/47810259/2017-Design-Trends-Guide>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. англ.
6. Тенденции графического дизайна 2021 [Электронный ресурс]. – Электрон. статья – [Б.м.]: Behance, 2021. – Режим доступа: <https://www.behance.net/gallery/106902311/Graphic-Design-Trends-2021>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. англ.
7. Семь тенденций в 3D дизайне [Электронный ресурс]. – / А. Смит. – Электрон. статья – [Б.м.]: Freelancer.com, 2020. – Режим доступа: <https://www.freelancer.com/articles/graphic-design/3d-design-trends>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. англ.
8. 3D дизайн: составляющие и направления [Электронный ресурс]. – Электрон. статья – [Б.м.]: 99designs, 2021. – Режим доступа: <https://99designs.com/blog/design-history-movements/3d-design/>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. англ.
9. Эволюция логотипов крупнейших мировых брендов [Электронный ресурс]. – Электрон. статья – [Б.м.]: 99designs, 2021. – Режим доступа: <https://99designs.com/blog/tips/famous-logo-evolution-aesthetic-integrity/>, свободный – Загл. с экрана. – Яз. англ.

© Шестерякова Р. А., Буцера О. В., 2021

УДК 712.28

САД МОЕЙ МЕЧТЫ

Д. О. Алманова

Научный руководитель - Ю. В. Граница
Поволжский государственный технологический университет, ФГБОУ ВО «ПГТУ», Российская
Федерация, 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3
almanodio@mail.ru

В данной статье рассказывается история создания макета «Сад моей мечты» из подручных материалов, начиная от поиска идей, заканчивая полноценным макетом. Макет визуально показывает идею сада.

Ключевые слова: макетирование, визуализация сада, макет сада, садово-парковое строительство.

GARDEN OF MY DREAMS

D. O. Almanova

Scientific supervisor - Y. B. Granitsa
Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, pl. Lenin, 3, 424000, Russian Federation
almanodio@mail.ru

This article tells the story of the creation of the "Garden of my Dreams" layout from scrap materials, from the search for ideas to a full-fledged layout. The layout visually shows the idea of the garden.

Key words: layout design, visualization of the garden, model of the garden, landscape gardening

Цель: освоение и развитие навыков объёмно-пространственной композиции.

Задачи:

- изучить информацию про макетирование;
- поиск идей для имитации элементов природы, малой архитектурной формы (далее МАФ), сооружений;
- применить свои знания и навыки;
- наглядно продемонстрировать идею сада.

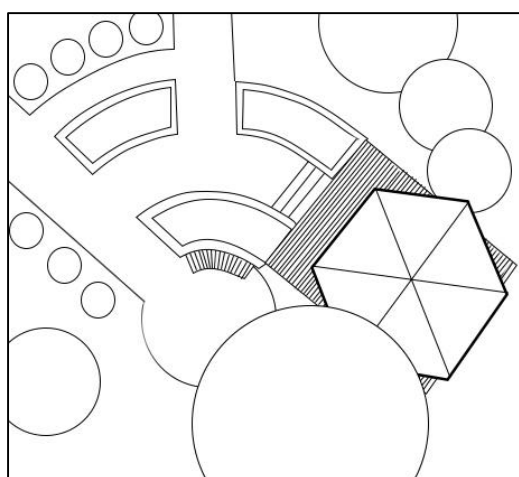
Макетирование – пропедевтическая дисциплина, обучающая основам творческого мышления и художественно-проектного мастерства, опирающаяся на методологию взаимодействия понятийно-логических и композиционно-образных принципов, методов и средств формообразования [1].

В настоящее время макеты изготавливаются в различных целях, но основными направлениями являются: концептуальное, градостроительное, обучающее, инженерное, сувенирное и рекламное. Макетирование эффективное проявляет себя в обучении. Благодаря ему проектировщик осваивает технику мышления и разработки в трёхмерном пространстве, развивает воображение и чувство гармонии [2].

В процессе создания макета мысли автора, его творческий замысел получают наглядное выражение в материальном исполнении [3].

Выполнение работы над макетом начинается с генерального плана или примерного эскиза. В процессе изучения в ВУЗе предмета «Архитектурная графика и основы композиции» при создании курсового проекта спроектирован генеральный план сада. Генеральный план выполнен и вдохновлён различными идеями в сети интернет, журналами в тематике садово-

паркового строительства. Готовый генеральный план (а) и видовая точка (б) показаны на Рисунке 1.



а – генеральный план



б – видовая точка

Рисунок 1 - Генеральный план сада

Следующий этап при создании макета состоит из масштабирования. Изначальный размер генерального плана – 17,5х16 см. масштабом 1:100. Для создания макета генеральный план масштабирован до 1:50, то есть размеры всех элементов природы, МАФ, дорожно-тропиночная сеть (далее ДТС) и сооружения увеличены 2 раза.

Макет выполнен из подручных, строительных и канцелярских принадлежностей. Для изготовления макета сада потребовались следующие инструменты: канцелярский нож; линейка сантиметровая; иголка или циркуль; карандаш простой; тёрка кухонная с зубчиками.

Материалы: пенополистирол; проволока; доска ДВП; плотный картон; ватман; салфетки бумажные; герметик; клей титан; клей ПВА; краски гуашь; деревянный шпон; деревянная палочка; сухие ветки кустарника; сухие соцветия цветов; воздушная масса для детского творчества; синтепон; поролон.

В качестве основы для макета применён пенополистирол. С помощью простого карандаша и иголки на совмещённый увеличенный генплан с основой из пенополистирола, переведены все контрольные точки: точка роста деревьев, расположение МАФ, сооружения и ДТС.

Именно на этом этапе приготовлены все нужные материалы, так же, продумано дальнейшее их применение на макете. Для данного макета на этом этапе покрашены синтепон (а) и поролон (б) в оттенки зелёного (Рисунок 2). После покраски синтепон и поролон высушены. Высушенный поролон, для последующего применения в работе с макетом накрошен, в этом случае использована обычная кухонная тёрка с зубчиками.

Для имитации туи использован пенополистирол, покрашенный гуашью в зелёный цвет. Кусты сирени собраны из засушенных веток, ранее покрашенного синтепона и поролона. Цветники в виде кустов роз исполнены из крашенного синтепона, поролона и сухих соцветий цветов (Рисунок 3). Для имитации кустов спиреи использованы пенополистирол и покрашенный поролон жёлтого цвета.



а – окрашенный синтепон



б – окрашенный поролон

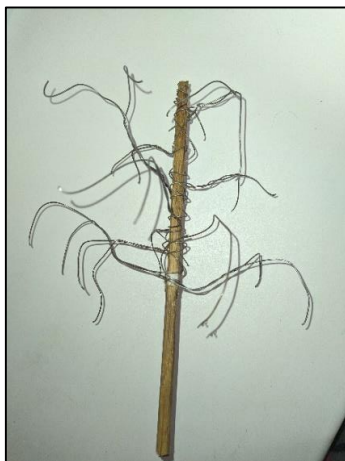
Рисунок 2 – Подготовленные материалы



Рисунок 3 – Модель цветника

Ствол ивы выполнен из деревянной палки 7 мм и проволокой (Рисунок 4, а). Смесь из бумажных салфеток и клея ПВА сделана имитация коры, покрашена гуашью коричневого цвета. Крона дерева сформирована из покрашенного синтепона. Чтобы придать нависание веток ивы использован клей ПВА.

При имитации ели стволом служила деревянная палка около 7 мм, сужающаяся к вершине до 2 мм. Формирование кроны выполнена из воздушной массы для детского творчества. Воздушная масса оказалась практичной и удобной в использовании. После формирования кроны модель ели оставлен на сушку при комнатной температуре (Рисунок 4, б). В самом конце работы над елью крона покрашена в серо-зелёный цвет.



а – основание ивы



б – макет ели

Рисунок 4 – Макеты деревьев

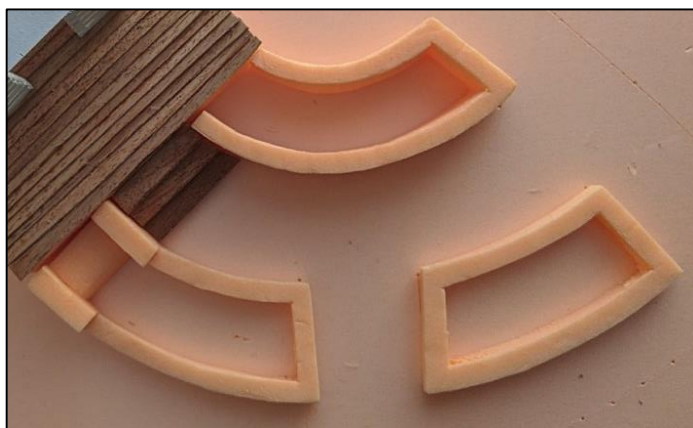
Сооружение (беседка) выполнена из плотного картона и закреплена клеем титан. Высушенный макет беседки покрашен белой гуашью в два слоя. Крыша беседки исполнена из того же плотного картона, но покрашена в цвет фуксия.

Терраса, где планируется поставить беседку выполнена из пенополистирола и шпона (Рисунок 5). Боковины террасы покрашены гуашью в цвет бетона.



Рисунок 5 – Модель террасы с лестницей

Цветники и водоём вырезаны из пенополистирола с помощью канцелярского ножа (Рисунок 6). Для получения наиболее ровного разреза использован трафарет из бумаги. После получения нужного результата, макеты покрашены в серый цвет. Имитация каменного покрытия на цветниках и водоёма выполнена из покрашенной плотной бумаги гуашью методом «набрызг». Эта же имитированная каменная кладка из бумаги использована в ДТС сада.



а – подготовленные макеты цветников и водоёма



б – окрашенный и оформленный макет водоёма

Рисунок 6 – Модели цветников и водоёма

Для имитации воды хорошо подошёл герметик. С помощью такого материала удобно имитировать беспокойную воду. Такие материалы как герметик, клей титан и клей ПВА имеют раздражающий запах, поэтому при использовании таких материалов в работе с макетом, следует работать в проветриваемом помещении.

Все объекты готовы к сборке макета. В качестве соединяющего и закрепляющего материала использован клей титан. Ранее подготовленные контрольные точки выручают при установке готовых моделей. Впоследствии закрепления элементов, необходимо закрыть места соединения растительных объектов, используя имитацию газона.

Для газона применён мелко накрошенный поролон в разных оттенках зелёного. Мелкий поролон, смешанный с разными оттенками зелёного, придаёт газону более естественный облик.

Завершающим штрихом в оформлении макета является обработка боковин и нижней стороны основы из пенополистирола. Для оформления боковин макета использован плотный картон, покрашенный в белый цвет. Низ основы макета закрыт доской ДВП и ватманом. В конце концов, на этом моменте макет полностью готов (Рисунок 7).

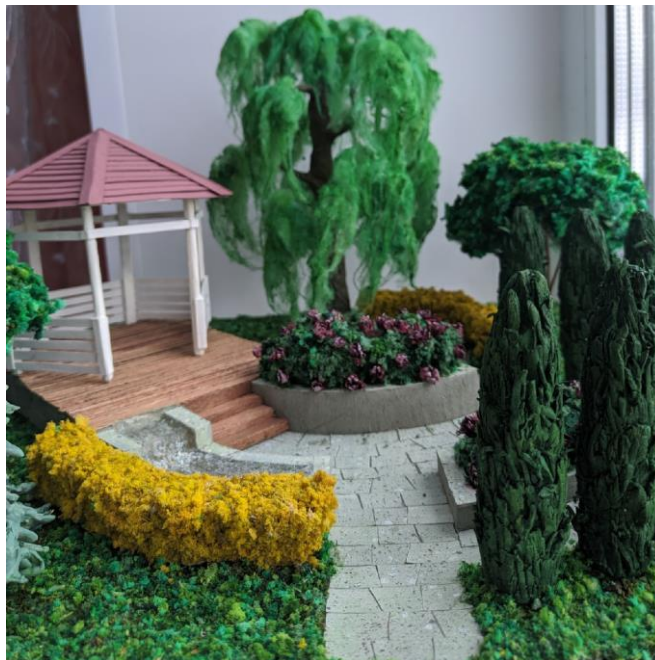


Рисунок 7 – Готовый макет сада

Заключение: работа над макетом даёт возможность развить пространственно-композиционное представление, получить новые навыки и знания. Данный макет полностью демонстрирует изначально вложенную идею в генеральный план сада. Таким образом, работа над макетом даёт возможность развитию образа мышления и освоения новых техник исполнения.

Библиографический список

1. Мереняшева М.А., Лызина А.Г. Сущность понятия «Макетирование» в контексте дизайн-образования. Роль макетирования в обучении методу художественно-композиционного моделирования // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/07/70053> (дата обращения: 23.04.2021)
2. Милушкина Е.А, Бабанов С.А. Макетирование от древности до наших дней // E-Scio. 2019. №9 (36) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/maketirovanie-ot-drevnosti-do-nashih-dney> (дата обращения: 08.05.2021).
3. Осипов Ю.К. Предметное моделирование или макетирование в учебном процессе — составная часть графической культуры студента-архитектора // Вестник СибГИУ. 2015. №1 (11) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predmetnoe-modelirovanie-ili-maketirovanie-v-uchebnom-protssesse-sostavnaya-chast-graficheskoy-kultury-studenta-arhitektora> (дата обращения: 08.05.2021).

© Алманова Д. О., 2021

712.3.7

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ КОМПОЗИЦИИ МАЛОГО САДА «В ДУШИСТОЙ ТИШИ»

Т. В. Московкина

Научный руководитель – Ю. В. Граница
Поволожский государственный технологический университет, ФГБОУ ВО «ПГТУ»,
г. Йошкар-Ола
E-mail: moskovkina_t01@mail.ru

В данной статье описывается планировка композиции малого сада «В душистой тиши». Обязательными используемыми элементами в садово-парковой архитектуре являются малые архитектурные формы – беседки, фонари, фонтаны, скульптуры; водоем – пруд, горный каскад, бассейн; зеленые насаждения – деревья, кустарники, травянистые растения и цветы.

Ключевые слова: сад, композиция сада, ландшафтная композиция, проектирование сада, садово-парковое строительство.

DESIGN OF LANDSCAPE COMPOSITION OF SMALL GARDEN "IN FRAGRANT SILENCE"

T. V. Moskovkina

Supervisor - Y. V. Granitsa
Povolozhsk State Technological University, FSBOU VO "PSTU,"
Yoshkar-Ola
E-mail: moskovkina_t01@mail.ru

This article describes the layout of the composition of the small garden "In fragrant silence." Mandatory used elements in garden and park architecture are small architectural forms – arbors, lanterns, fountains, sculptures; reservoir – pond, mountain cascade, basin; green spaces – trees, shrubs, herbaceous plants and flowers.

Keywords: garden, garden composition, landscape composition, garden design, garden-park construction.

Цель: разработка на участке малого сада.

Задачи:

1. Поиск идей в просторах интернета, учебников, журналов
2. Определение стиля проектируемого сада
3. Разработка генерального плана
4. Распределение малых архитектурных форм и зеленых насаждений
5. Построение малого сада в перспективе

Проектирование ландшафтной композиции, самое главное в проектировании различных объектов садово-паркового искусства. Композиция в ландшафтном дизайне – это искусство располагать на определенной территории элементы, для создания комфортной среды в соответствии с функциональными, экологическими и эстетическими требованиями. Обычно большинство композиций выполняются в таких стилях: классическое, пейзажное и тематическое [1-3].

Классический или регулярный – это осевое выстраивание композиции, симметричность и упорядоченность, подразумевает некоторую парадность.

Пейзажный – это один из самых популярных, стремление достичь натуральности и природной естественности при разработке композиции.

Тематический – это дизайны, которые выполнены в особой тематике, прослеживается линия и концепция, например, сад в стиле кантри или японский сад.

На первом этапе работы разрабатывается генеральный план. Сад «в душистой тиши» спроектирован на основе выбранного рисунка из интернета. Он будет представлять собой классический стиль в связи с симметричностью и геометрическими формами, расположенными в саду.

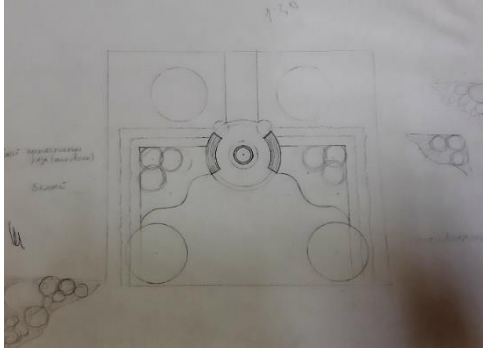


Рисунок 1 – Эскиз генплана

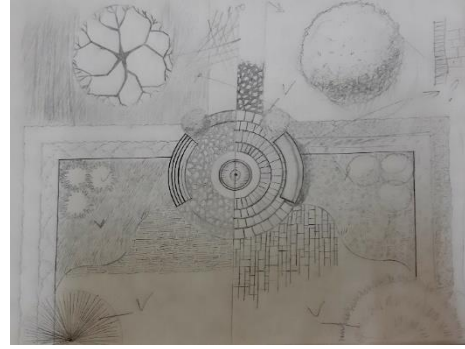


Рисунок 2 – Подбор графических рисунков



Рисунок 3 – Подбор скамейки



Рисунок 4 – Чаша с водой



**Рисунок 5 –
Кустарниковая роза**



**Рисунок 6 –
Лиственница и
штамбовый вяз**

Генеральный план включает в себя: первое – это эскиз (рисунок 1). На эскизе прокладываются площадки, дорожки, кружочки, которые представляют собой деревья и кустарники, а также подбираются малые архитектурные формы (рисунки 3-6).

Второе – это расчерчивание плана в виде графических рисунков (рисунок 2). Важно, чтобы эти графические рисунки были в одном стиле и сочетались, конечный вариант можно начертить с помощью черной гелиевой ручки или туши (рисунок 7).

Остается представить генеральный план в цветном варианте (рисунок 8).

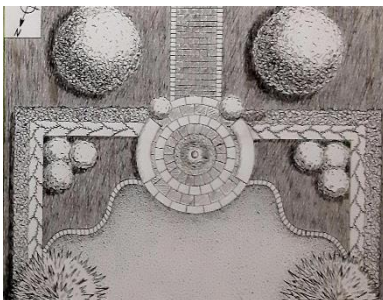


Рисунок 7 – Генеральный план в графике



Рисунок 8 – Генеральный план в цвете

Следующий этап заключается в работе с видовой точкой. Чтобы ее нарисовать в перспективе, можно применить метод сетки. Необходимо расчертить генеральный план на квадратики с расстоянием 1 см на 1 см (рисунок 9). Выбираем наилучшую точку для вида, отмечаем его и чертим воздушную перспективу (рисунок 10). Для доработки заднего фона в перспективе эффективнее использовать Photoshop. В нем можно быстро наложить на зону, где располагается дальний фон, рисунок из интернета (рисунок 11). Можно подобрать любой и попробовать несколько более подходящих по стилю вариантов и перерисовать (рисунок 12).

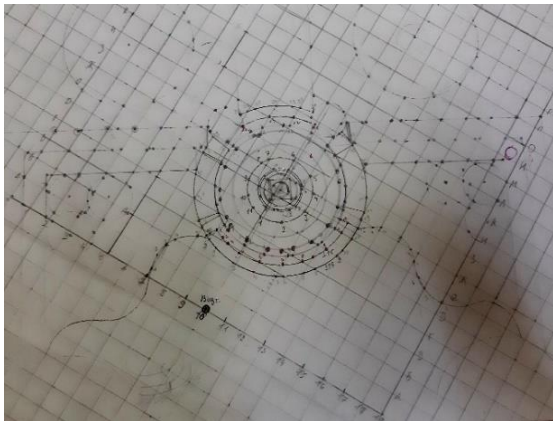


Рисунок 9 – Метод сетки

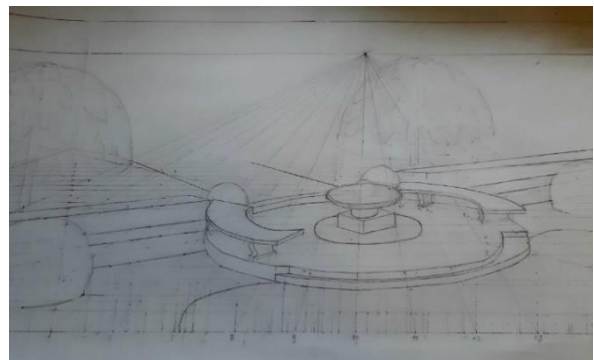


Рисунок 10 – Воздушная перспектива

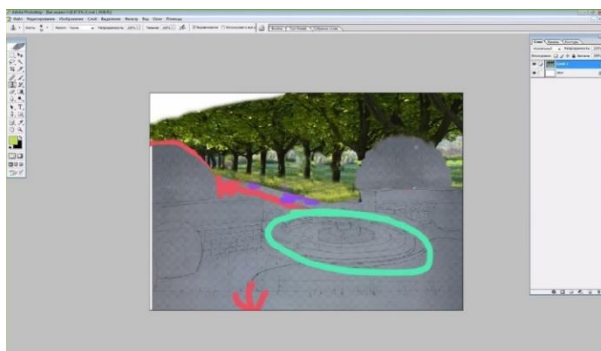


Рисунок 11 – Подбор заднего плана

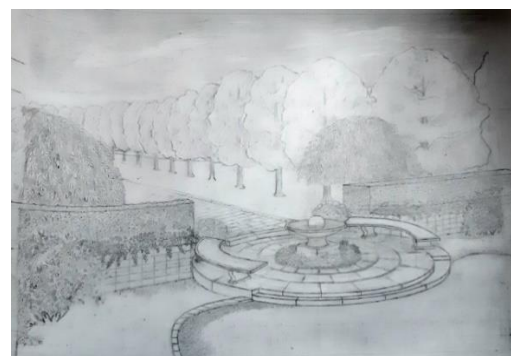


Рисунок 12 – Перспектива

Остается выбрать стиль шрифта и цвет для названия. Цвет и шрифт также должны сочетаться с цветами на генеральном плане (рисунок 13).

В душистой тиши
В душистой тиши
В душистой тиши
В душистой тиши
В душистой тиши
В душистой тиши

Рисунок 13 – Шрифты

Переходим к планшету. На бумаге можно схематично нарисовать планшеты маленькими прямоугольниками в книжном и альбомном варианте, а внутри показать, где будут

располагаться ген планы и видовая точка (рисунок 14). Однако, они не должны располагаться слишком близко к друг другу или чтобы между ними были большие просветы. Все же, если будут пустые места, их можно заполнить декоративными рисунками, например, розами, листьями. Но они не должны сильно выделяться, так как главное у нас на планшете это видовая точка и генпланы. Готовый эскиз компоновки переводится на планшет аккуратно без сильного надавливания карандаша. Не стоит лишний раз касаться планшета во избежание вмятин, пятен и катышков, это важно при раскрашивании акварелью.

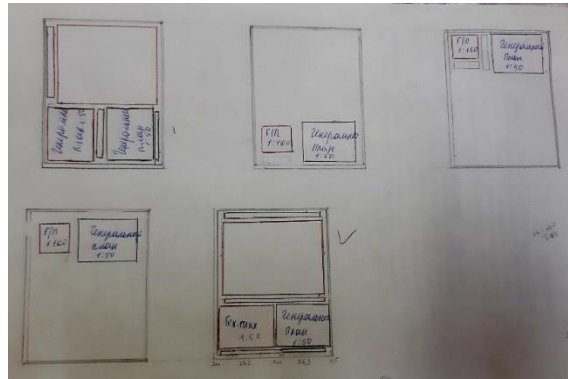


Рисунок 14 – Компоновка планшета

При раскрашивании акварелью следует не забывать, что мы идем от светлого к темному. Сначала рисуем блеклым, полупрозрачным цветом, что бы в случае ошибки можно было смыть чистой, мокрой кисточкой. После нескольких слоев рисунок будет ярче (рисунок 15). Так же следуя правилам того, что все что к нам ближе мы видим четче, а чем дальше, тем размытее, на рисунке видовой точки прорисовываем детали на переднем плане, и по мере удаления к заднему плану рисуем немного размыто (конечный результат рисунок 16).

Эта статья наглядный пример того, как происходит процесс проектирования сада. Здесь нужно думать о стиле сада, об удобстве, о сочетании цветов и расположении малых архитектурных форм с растениями. Есть много правил при проектировании, но также дается полная свобода вашему творчеству. Проектирование таких садов очень увлекательно. Такая работа помогает развить пространственное мышление и навыки планировки.



Рисунок 15 – Раскрашивание акварелью

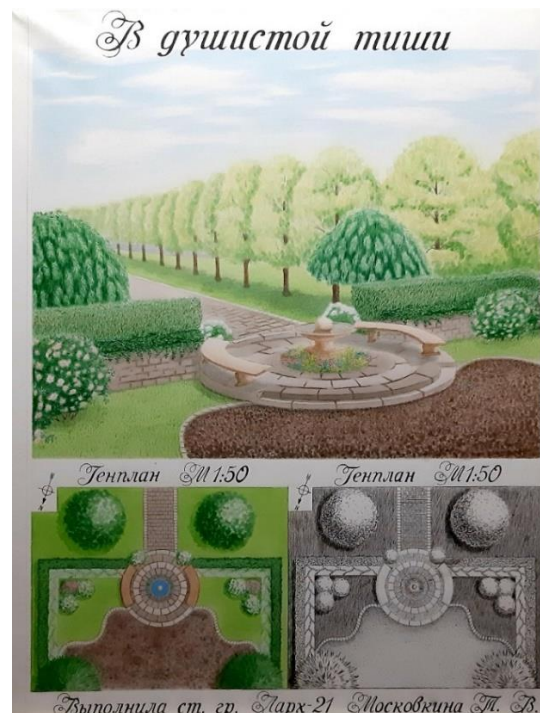


Рисунок 16 – Конечный результат

Библиографический список

1. Львова И.А. Ландшафтное проектирование среды: Методическое пособие. - Калуга: КФ МГЭИ, 2012.
2. Жиру, Ф. Ландшафтный дизайн для «Чайников» / Филипп Жиру, Боб Бекстром, Лэнс Уолхайм; при поддержке Майкла Мак-Каски, Била Маркена и Салли Рот; [пер. с англ. В.Н. Логвинова]. – М.; СПб.; Киев: Диалектика, 2010.
3. Гостев, В.Ф. Проектирование садов и парков / В.Ф. Гостев, Н.Н. Юскевич. – М.: Лань, 2012. Ландшафтная композиция малого сада Приходько П.И. 1976

© Московкина Т. В., 2021

УДК 004

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ПРОТОТИПОВ В СРЕДЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. С. Коновалов, Ш. Р. Колесов

Научный руководитель – И. Е. Мельникова

Краевое государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Ачинский техникум нефти и газа»

Российская Федерация, 662155, г. Ачинск, ул. Дружбы Народов, 8

E-mail: mie-kip@mail.ru

Работа позволяет узнать модель установки, оборудования при помощи 3D программы, сделать самостоятельный выбор приборов, для контроля уровня жидких нефтепродуктов в резервуарах. И увидеть, где установлен и как в пункте управления отслеживается работа системы автоматики.

Ключевые слова: модель, моделирования технологических процессов, параметры системы, работы программы 3D, модернизация, цифровые прототипов

CREATION OF DIGITAL PROTOTYPES IN THE ENVIRONMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

A. S. Konovalov, SH. R. Kolesov

Scientific supervisor - I. E. Melnikova

Regional state autonomous professional educational institution "Achinsk technical school of oil and gas"

Russian Federation, 662155, Achinsk, Druzhby Narodov st., 8

E-mail: mie-kip@mail.ru

The work allows you to find out the model of the installation, equipment using a 3D program, to make an independent choice of instruments for monitoring the level of liquid oil products in tanks. And see where it installed and how the operation of the automation system is monitored in the control room.

Keywords: model, modeling of technological processes, system parameters, 3D program work, modernization, digital prototypes

Разработка и использование учебных моделей в учебной деятельности значительно упрощает восприятие сложных материалов во время проведения семинаров, лекций.

В условиях действующих производств постоянно приходится искать более эффективные решения текущих производственных задач.

При создании макета установки намного проще и легче проанализировать реальную ситуацию, определить сущность проблемы и пути ее наиболее эффективного решения.

Целью данного проекта является создание наглядной демонстрации действующих установок на производстве.

К наиболее важным преимуществам моделирования технологических процессов относятся:

- организация и анализ выбора оптимального варианта технологического процесса, соответствующего поставленным целям;
- установка оборудования для конкретной технологической установки;
- выбор параметров системы управления в режиме моделирования;
- выбор системы защиты и блокировки.

Таким образом, разработка моделирующих установок, имеющих высокую точность описания параметров технологических процессов позволяет без значительных материальных и временных затрат производить исследования этих процессов [1].

В результате проделанной работы, приближённой к реальному производству, удалось существенно повысить заинтересованность к выбранной специальности так как, на модели можно:

- централизованно наблюдать за всем технологическим процессом;
- увидеть всё оборудование, которое находится на установке;
- получить возможность более точно подобрать необходимые технологические параметры, зная, что за процесс протекает внутри установок.
- выбрать систему защиты и блокировки, для бесперебойной и качественной работы процесса.

В данном случае изучив функциональные схемы автоматизации, просмотрев учебные видеофильмы. Нам всё равно не было достаточно до конца, понять, как же всё происходит на производстве в реальности. Вот тогда и возникла заинтересованность выбора моделей, макетов учебных установок. Конкретно за перемещением жидкостей, а также за регулированием, контролем и управлением уровня в резервуарах. [2]

Изучая дисциплины по моделированию и работы программы 3D, нам не составило труда собрать в программе установку, изготовить модели оборудования, запорную арматуру и т.д, мы увидели наглядно, проделав конфигурацию фигур оборудования, но этого нам тоже оказалось не достаточно. Так как процесс нужно автоматизировать. И мы перешли к моделям [5].

Установка уровнемеров, позволит исключить переливы в емкостях и работы насосов «на сухую». У темных и светлых нефтепродуктов есть свои индивидуальные физико-химические свойства, которые определяют способ контроля уровня нефтепродуктов на всех этапах хранения, транспортировки и переработки.

Особенности среды делают процесс достаточно сложным и требуют учитывать следующие факторы:

- значительные перепады температуры и давления в резервуаре;
- токсичность или агрессивность среды;
- вероятность коррозии деталей оборудования;
- налипание частиц продукта;
- изменение плотности измеряемых нефтепродуктов;
- требования по взрывозащищенному исполнению датчиков.

Все эти условия существенно осложняют задачу измерения уровня нефтепродуктов в резервуаре, особенно при необходимости высокой точности. [3,4]

Но решение есть: контроль уровня жидких нефтепродуктов в резервуарах успешно реализуется использованием уровнемеров, как контактных, так и бесконтактных.



Рисунок 1 - Модель установки 3D программы

Данная работа позволяет студентам, обучающимся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) смоделировать модель установки,

оборудования при помощи 3D программы, сделать самостоятельный выбор необходимого уровнемера, для контроля уровня жидких нефтепродуктов в резервуарах. И увидеть, где он установлен и как в пункте управления отслеживается работа системы автоматики.

В дальнейшем на основе проделанной установки в программе 3D можно модернизировать сам макет.

Библиографический список

1. Алпатов, Ю.Н. Моделирование процессов и систем управления: Учебное пособие / Ю.Н. Алпатов. - СПб.: Лань, 2018. - 140 с.
2. Андреев, С.М. Разработка и компьютерное моделирование элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебник / С.М. Андреев. - М.: Academia, 2017. - 36 с.
3. Андреев, С.М. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: Учебное пособие / С.М. Андреев. - М.: Academia, 2017. - 36 с.
4. Анчита, Х. Переработка тяжелой нефти. Реакторы и моделирование процессов / Х. Анчита. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 592 с.
5. Баксанский, О.Е. Моделирование в науке: Когнитивные модели и интеллект / О.Е. Баксанский. - М.: Ленанд, 2019. - 304 с.

© Коновалов А. С., Колесов Ш. Р.

УДК 62-231.321.2

УРАВНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОРА - КАК СЕМЕЙСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

Е. Ф. Подвальная*, П. А. Меншиков, Д. А. Киселев

Научные руководители – Н. Н. Крохмаль, Д. А. Курасов

Курганский государственный университет

Российская Федерация, 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4

*kgu_sm@kgu.ru

Статья посвящена выводу уравнению семейства поверхностей вращения таким образом, чтоб изменяя его параметры получали различные поверхности вращения.

Ключевые слова: зубчатые зацепления, производящий контур, уравнения поверхности тора.

TORUS SURFACE EQUATIONS - AS A FAMILY OF SURFACES OF REVOLUTION

E. F. Podvalnay*, P. A. Menshikov, D. A. Kiselev

Scientific supervisors – N. N. Krokhmal, D. A. Kurasov

Kurgan State University

Building 4, 63, Sovetskaya St., Kurgan, 640020, Russian Federation

*kgu_sm@kgu.ru

The article is devoted to the conclusion of the equation of the family of surfaces of revolution in such a way that by changing its parameters different surfaces of rotation are obtained.

Ключевые слова на английском языке: gears, producing contour, equations of torus surface.

Формообразование многих деталей осуществляется инструментом, рабочей поверхностью которого является поверхность тела вращения. Особенно часто используют поверхности вращения в качестве вспомогательных производящих поверхностей при образовании зубьев зубчатых колес.

В последние годы для образования зубчатых колёс в качестве вспомогательных производящих поверхностей начали применять поверхности вращения с криволинейной образующей [1]. Объясняется это тем, что на эксплуатационные показатели вновь разрабатываемого зацепления при одной и той же схеме его образования часто существенное влияние оказывает выбранная форма вспомогательной производящей поверхности. В этой связи несомненный интерес представляет решение задачи о представлении уравнения поверхности вращения таким образом, чтобы из этого уравнения путём простых преобразований получались поверхности вращения наиболее часто применимых в практике образования зубчатых зацеплений.

Покажем, что уравнение поверхности тора можно рассматривать как уравнение некоторого ряда семейства поверхностей [2-9].

Тороидальной поверхностью называется, как известно, поверхность вращения, описываемая окружностью (рисунок 1), расположенной в плоскости P при её вращении вокруг оси Z_U .

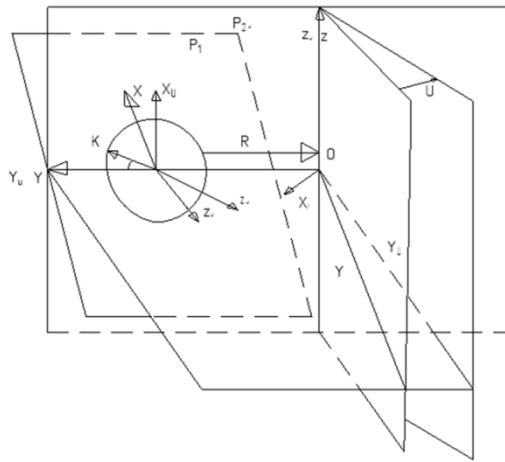


Рисунок 1 - Схема образования поверхности тора

Представим уравнение поверхности вращения, которая образуется вращением вокруг оси Z_U окружности, расположенной в плоскости PS , развёрнутой относительно плоскости P на угол μ .

В качестве исходных параметров выберем:

v - угловой параметр, характеризующий положение радиус вектора r окружности в системе координат $Y_S O_S X_S$;

u - угловой параметр, характеризующий поворот вокруг оси Z_U плоскости PS вместе с окружностью.

С учётом выбранной параметризации уравнение поверхности вращения в метрической форме можно записать следующим образом:

$$r_U - A_{US} \cdot r_S = A_{UOU} \cdot A_{OUOS} \cdot A_{OSS} \cdot r_S, \quad (1)$$

где r_U – столбцевая матрица радиус-вектора текущей точки поверхности вращения; r_S – столбцевая матрица радиус вектора текущей точки дуги окружности, расположенной в плоскости P_S ; A_{US} – матрица перехода четвёртого порядка от системы координат $S(x_S, y_S, z_S)$, жёстко связанной с плоскостью P_S , к системе координат $S_U(x_U, y_U, z_U)$, жёстко связанной с поверхностью вращения; $A_{UOU}, A_{OUOS}, A_{OSS}$ – промежуточные матрицы перехода.

Названные выше матрицы имеют вид:

$$r = \begin{pmatrix} r \cdot \cos v \\ r \cdot \sin v \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$A_{UOU} = \begin{pmatrix} \cos \mu & 0 & \sin \mu & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \mu & 0 & \cos \mu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A_{OUOS} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & R \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{OSS} = \begin{pmatrix} \cos \mu & \sin \mu & 0 & 0 \\ -\sin \mu & \cos \mu & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Подставив приведённые значения матриц в уравнение (1) и проделав соответствующие преобразования, получим уравнение поверхности вращения в проекциях на оси координат системы S_U :

$$\begin{cases} x = (z \cdot \cos v + R) \cdot \cos u - r \cdot \sin v \cdot \sin u \cdot \sin \mu \\ y = -(r \cdot \cos v + R) \cdot \sin u - r \cdot \sin v \cdot \cos u \cdot \sin \mu, \\ z = r \cdot \sin v \cdot \cos \mu \end{cases} \quad (2)$$

где r – радиус производящей окружности поверхности вращения; R – средний радиус.

Напомним, что уравнение системы (2) мы составили, считая независимыми переменными параметрами поверхности вращения угловые координаты φ и ψ .

Тогда в векторной форме записи поверхности вращения при выбранной параметризации можно представить уравнением:

$$\vec{r}_U = \vec{r}_U(u, v). \quad (3)$$

Угловой параметр ψ характеризует вращение плоскости P_S с расположенной в ней производящей кривой независимо от вида этой кривой. Угловой же параметр φ характеризует положение текущей точки на этой окружности. Иными словами, параметр характеризует вид производящей кривой. Отсюда следует, что в уравнениях (2), описывающих поверхность вращения, в качестве переменного параметра поверхности всегда должен присутствовать параметр ψ . Вместо переменного параметра φ , можно выбирать другой таким же образом, чтобы с изменением параметризации изменился и вид производящей кривой. Применительно к нашей схеме образования поверхности вращения в качестве переменного параметра можно выбрать, например, радиус r . Тогда при фиксированном значении и переменной величине r в системе координат $X_S Y_S Z_S$ текущая точка K будет перемещаться по радиусу r , описывая прямую линию. Очевидно, что вращение этой прямой вокруг оси Z_U даёт другой вид поверхности вращения, описываемой той же системой уравнений (2).

Таким образом, систему уравнений (2) можно рассматривать как некоторое семейство поверхностей вращения, причём конкретный вид поверхности вращения из этого семейства будет определяться соответствующим выбором параметризации. В векторной форме уравнение семейства поверхностей вращения можно записать в виде:

$$\vec{r}_U = \vec{r}_U(u, v, \mu, r, R). \quad (4)$$

Изменяя параметры в системе уравнений (2) будем получать, те конкретные виды поверхностей вращения, которые наиболее часто применяются в практике образования зубчатых зацеплений. Например, уравнение гиперболоида, цилиндра, конуса, кольца, диска, тора (образующей эллипс) и уравнение тора (образующий окружность).

Выводы

Выведены уравнения тора, удобные для получения общим способом различных производящих контуров.

Представление производящих контуров данным способом является удобным для профилирования элементов высших кинематических пар на стадии их проектирования.

Библиографический список

1. Литвин. Ф.Л. Теория зубчатых зацеплений. М.: Наука, 1986. 584 с.
2. Болтянский В.Г., Ефремович В.А. Наглядная топология. М.: Наука, 1982. 162 с.
3. Прасолов В. В. Наглядная топология. М.: Независимый Моск. ун-т., 2012. 112 с.
4. Ефимов Н. В. Высшая геометрия. М.: Наука, 1971. 576 с.
5. Глаголев Н. А. Проективная геометрия. М.: Высшая школа, 1963. 343 с.
6. Савёлов А. А. Плоские кривые: Систематика, свойства, применения. М.: Физматгиз, 1960. 293 с.
7. Щербаков Р. Н., Пичурин Л.Ф. От проективной геометрии к неевклидовой. М.: Просвещение, 1979. 158 с.
8. Гирш А.Г. Комплексная геометрия – евклидова и псевдоевклидова: ООО «ИПЦ "Маска"», 2013. – 216 с.
9. Гирш А.Г. Наглядная мнимая геометрия. – М.: ООО «ИПЦ "Маска"», 2008. – 213 с.

УДК 004.94

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ CAD И CAE СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

В. О. Цубикс, С. Н. Долматов

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

Современные методы проектирования и производства подразумевают использование вычислительных машин, которые имеют необходимый объем мощности для оперативного и точного конструирования различных деталей и их узлов. В данной статье будет показан пример проектирования трёхмерной модели рычага клещевого грейфера с использованием современной системы автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: 3D моделирование, Компас 3D, САПР, грейфер, машиностроение, Altair inspire.

PRACTICAL APPLICATION OF CAD AND CAE SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF FOREST MACHINES

V. O. Tsubiks, S. N. Dolmatov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: Vczubiks@mail.ru

Modern design and production methods imply the use of computers that have the necessary amount of power for the prompt and accurate design of various parts and their assemblies. This article will show an example of designing a three-dimensional model of the arm of a plier's grapple using a modern computer-aided design system.

Key words: 3D modeling, Compass 3D, CAD, grab, mechanical engineering, Altair inspire.

Большинство современных предприятий, связанных с производством постоянно модернизируют и вводят новые технологические процессы, связанные с проектированием будущего изделия. Процесс самого проектирования является ключевым и важным этапом в производстве. Существует два основных метода проектирования, а именно неавтоматизированное и автоматизированное.

Неавтоматизированный метод заключается в создании специалистом ряда чертежей изделия для дальнейшего производства, вся работа непосредственно производится вручную. Соответственно, что такой вид работы является весьма трудоёмким и возможность брака в связи с человеческим фактором на порядок выше относительно автоматизированного проектирования. Также качество готовой работы будет на прямую зависеть от навыков и умений специалиста.

Метод автоматизированного проектирования подразумевает создание специалистом чертежей и их трёхмерных моделей с помощью применения САПР (системы автоматизированного проектирования), другими словами, САПР — это различные программные продукты, требующие определенный запас мощности вычислительной техники. Данный метод практически исключает брак, связанный с человеческим фактором, а также способствует оперативному редактированию различных элементов чертежа или трёхмерной

детали. Каждый из этих методов имеет место быть и обладает рядом определенных преимуществ и недостатков. При проектировании автоматизированным способом используются такие программы как «Компас 3Д», «AutoCAD», «Bricscad», «SolidWorks», «CATIA», «NX», «PTC Creo» [1]. В данной статье будет рассмотрено автоматизированное проектирование в программе «Компас 3Д» на примере рычага клещевого грейфера лесной машины [2].

Для начала проектирования откроем программу и выберем плоскость для дальнейшей работы. Первоначальный эскиз детали будет выполняться относительно выбранной плоскости. В нашем случае с помощью геометрических элементов вырисовывается контур рычага клещевого грейфера на плоскости «Х», рисунок 1.

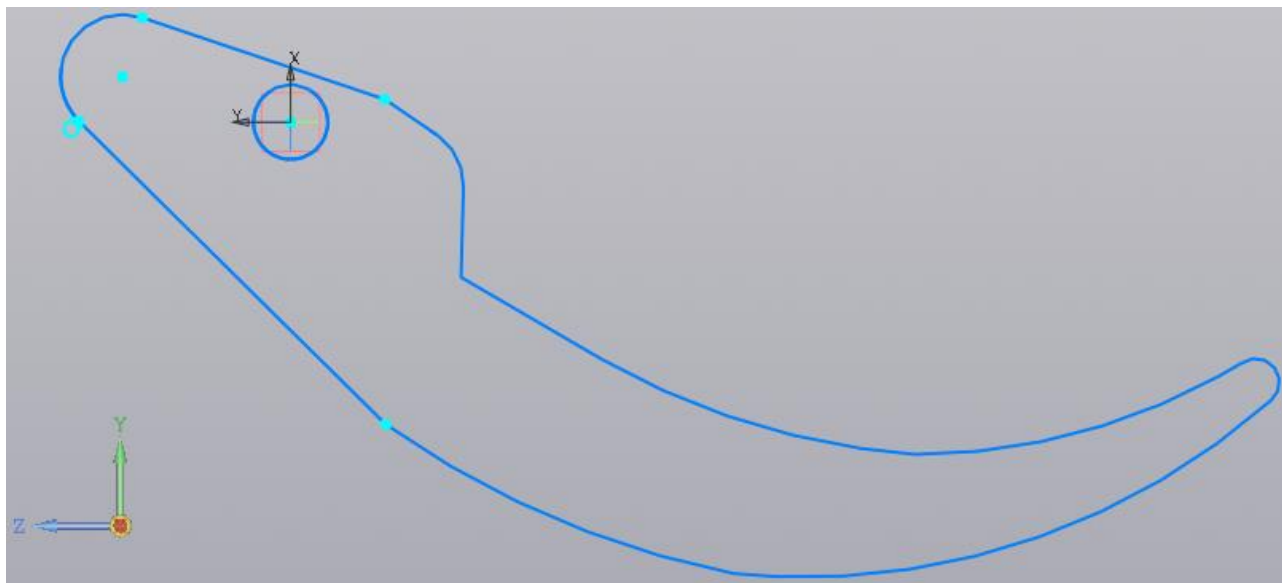


Рисунок 1 - Первый эскиз клещевого грейфера

Далее с помощью элементов твердотельного моделирования выдавливаем полученный первоначальный эскиз с параметрами толщины будущего изделия, соответствующими нормам нагрузок, рисунок 2.

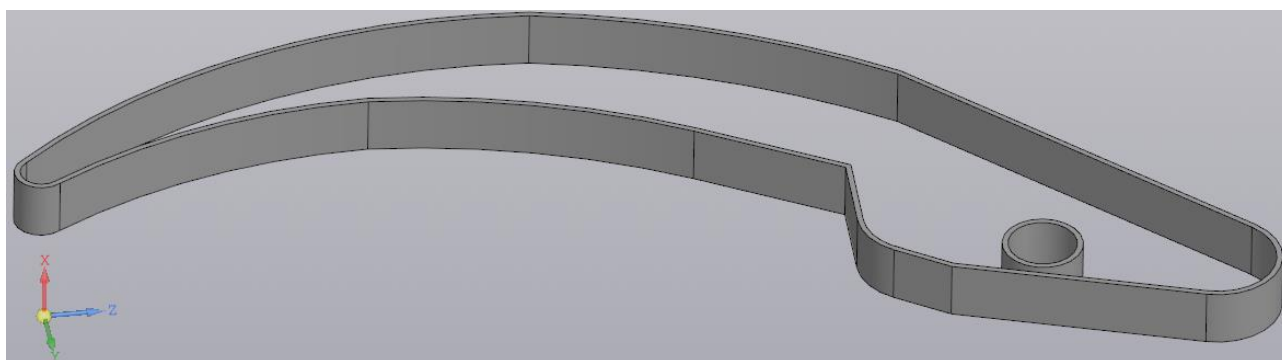


Рисунок 2 - Выдавленный эскиз в соответствии с необходимыми размерами

После того как выдавили эскиз параллельно заданной оси и получили трехмерную модель, закрываем её с двух сторон с помощью все того же первого эскиза и инструмента выдавливания, только само выдавливание эскиза будет осуществляться по всей его плоскости. А также создаем фаски по всему периметру изделия. Результат можно увидеть на рисунке 3.

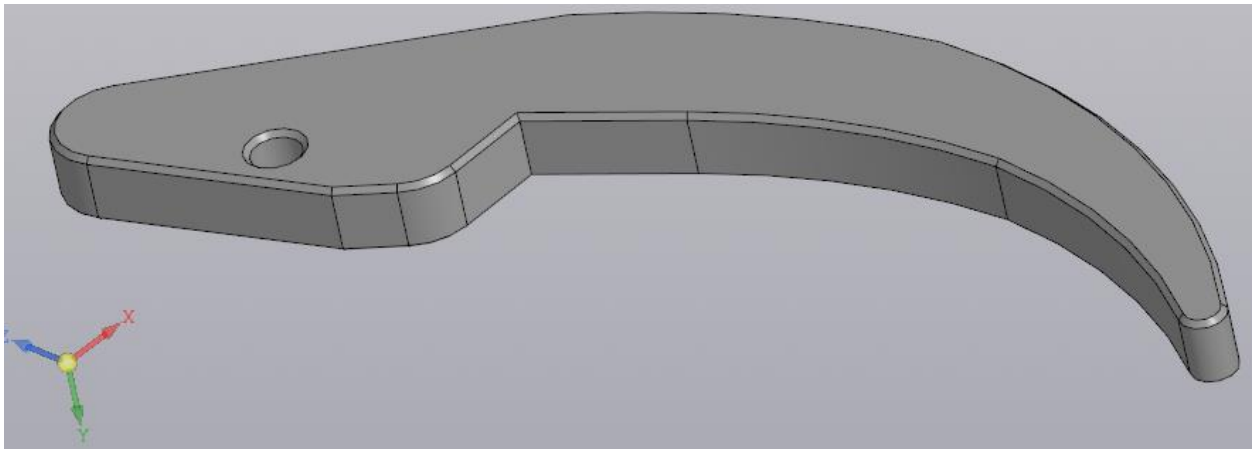


Рисунок 3 – Часть рычага клещевого рейфера

Для дальнейшего удобства проектирования скопируем полученную модель параллельно основной оси и создадим с помощью нового эскиза опоры между рычагами, рисунок 4.

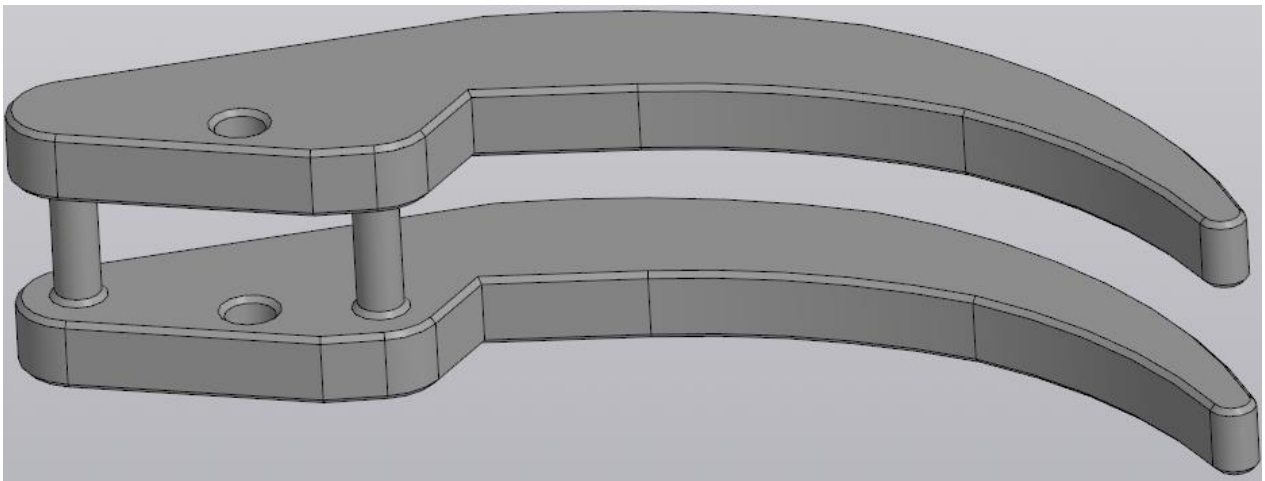


Рисунок 4 – Готовая модель рычага клещевого рейфера

Данная модель выполнена в масштабе 1:1 в соответствии с размерами реального аппарата, с помощью использования САПР. Далее, после получения модели изделия необходимо рассчитать ее прочностные характеристики, это возможно осуществить с помощью CAE программ [3]. CAE программы — это разнообразные программные продукты, позволяющие при помощи расчётных методов оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации. Примерами CAE программ будут являться такие программы как SolidWorks и Altair Inspire [4]. В нашем случае расчет прочностных характеристик будет осуществляться в Altair Inspire. Для этого необходимо в «Компас 3Д» сохранить модель рычага в формате «igs» для дальнейшего импорта в расчетную программную среду. Далее закрепляем рычаг на осях так, как он был бы закреплен в реальных условиях эксплуатации и нагружаем опасные сечения рычага, то есть те сечения, которые наиболее уязвимы при нагрузках. Силы были рассчитаны с использованием методических указаний. После программного расчета характеристик изделия определяются такие показатели как: деформация, коэффициент прочности, процент текучести, главное напряжение растяжение и сжатие. На Рисунке 5 показаны деформация и коэффициент прочности, а также красными стрелками обозначены силы нагружения.

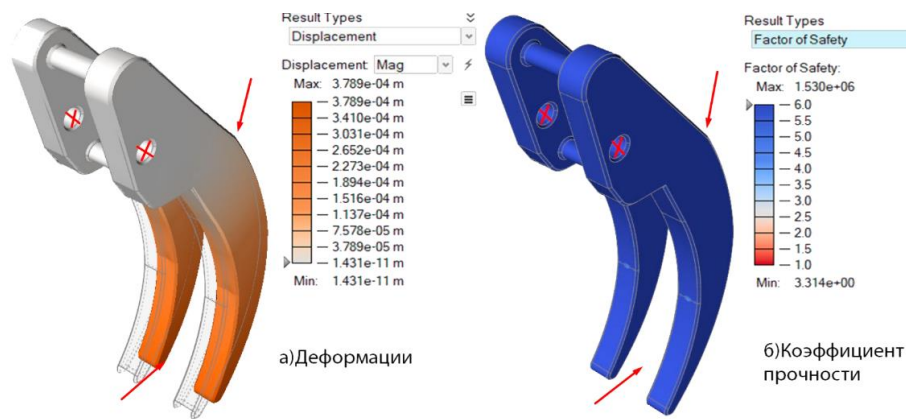


Рисунок 5 – Деформация и коэффициент прочности

По итогу мы получаем полностью спроектированную деталь, которая прошла вычислительные испытания нагрузки.

Преимущества применения CAD и CAE программ:

1. Оперативное создание деталей в компьютерной среде позволяет быстро выпустить продукцию на рынок.
2. Исключается риск ошибок при вычислениях традиционным аналитическим путем.
3. Активно развивающаяся программная среда, обеспечивающая комфорт использования.
4. Возможность прототипирования на ранних этапах производства что соответственно удешевляет сам процесс проектирования.

Недостатки применения CAD и CAE программ:

1. Для отрисовки масштабных 3D моделей и их полного расчёта требуется дорогостоящее вычислительное оборудование, так как среднестатистический стационарный компьютер не способен вычислить крупномасштабную задачу. У стандартных персональных компьютеров есть возможность отрисовки и расчета нескольких деталей или узлов одновременно. Для некоторых предприятий этого достаточно, а для некоторых наоборот.

Библиографический список

1. Википедия: [электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_\(САПР\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Компас_(САПР))
2. Цубикс, В. О. Применение CAE программ в лесной промышленности на примере топологической оптимизации рычага клещевого грейфера / В. О. Цубикс, С. Н. Долматов // Лесозэксплуатация и комплексное использование древесины : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 10 марта 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2021. – С. 261-267.
3. Черник, К. Н. Анализ прочностных характеристик стрелы комбинированного манипулятора в среде solidworks / К. Н. Черник, Д. В. Черник // Машиностроение: новые концепции и технологии : Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 23 октября 2020 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2020. – С. 200-203.
4. Systems Engineering Thinking Wiki: [электронный ресурс]. URL: <http://sewiki.ru/CAE-система>

УДК 004.921

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ В САПР

С. А. Витенко, В. Н. Коршун

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: vitenko-01@mail.ru

В статье изложен метод иерархического моделирования графических объектов в САПР. Применяется для двухмерного и трехмерного моделирования. Структура модели строится на базе порядка и соподчиненности объектов проектирования. Создаётся математическая модель с параметрами, которые можно изменять. Визуально представляется в виде дерева построения. На основании модели формируется изображение. Позволяет варьировать различные варианты конструкции и выбирать оптимальный вариант.

Ключевые слова: компьютерные технологии, САПР, параметрическое проектирование, иерархическая модель

HIERARCHICAL PARAMETRIC CAD MODEL

S. A. Vitenko, V. N. Korshun

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: vitenko-01@mail.ru

CAD hierarchical modeling method of graphic objects the article describes. For two-dimensional and three-dimensional simulation is used. The structure of the model is based on the order and subordination of design objects. Mathematical model is created with parameters that can be changed. It is visually presented in the form of a construction tree. An image is formed based on the model. Allows you to vary various design options and choose the best option.

Key words: computer technology, CAD, parametric design, hierarchical model

Большинство пользователей современных систем САПР используют их в качестве «электронного» кульмана для создания различных объектов. Однако возможности САПР позволяют эффективно решать задачи параметрического проектирования.

Параметрическое проектирование отличается от традиционного конструирования. При традиционном проектировании конструктор создает в своем сознании модель графического объекта, отработывает различные её варианты, а затем реализует графическое изображение. При неудачном решении проектной задачи приходится редактировать и переделывать изображение. При параметрическом проектировании средствами САПР создается математическая модель объекта с переменными параметрами, которые затем варьируются с целью достижения оптимального результата. При этом изменяются не только значения размеров, но и конфигурация изображения, взаимные соотношения, расположение деталей в сборке и т.д. Метод позволяет минимизировать ошибки, возникающие при проектировании. При параметрическом проектировании в описании объекта конструирования присутствуют не конкретные числовые значения параметров, а имена переменных. При визуализации объекта на экране пользователь задает конкретные числовые значения параметров. В большинстве современных САПР принципы параметрического моделирования заложено в идеологию самих САПР [1].

Иерархическая параметризация основывается на истории повторении действий пользователя. При данном методе наибольшее значение приобретает порядок построения и подчинённость друг другу. При создании графического объекта сохраняется протокол действий пользователя, который сохраняется в виде дерева построения, имеющего иерархическую структуру. Наиболее наглядно данный метод проявляется при твердотельном моделировании. В дереве построения присутствует не только порядок действий и значения параметров, но и атрибутивная информация, например, марка материала или цвет модели. В дереве построения отражается не только порядок образования модели, но и иерархия её соподчиненности, например, сборки → под сборки → детали → элементы детали. На любой стадии проектирования можно обратиться к дереву построения и отредактировать параметры. В некоторых САПР элементы соподчиненности объектов называются «родителями» или «предками», а производные объекты — «потомками» (КОМПАС-АСКОН®). В дереве модели отображается иерархия и соподчиненность наложенных связей (рисунок 1).

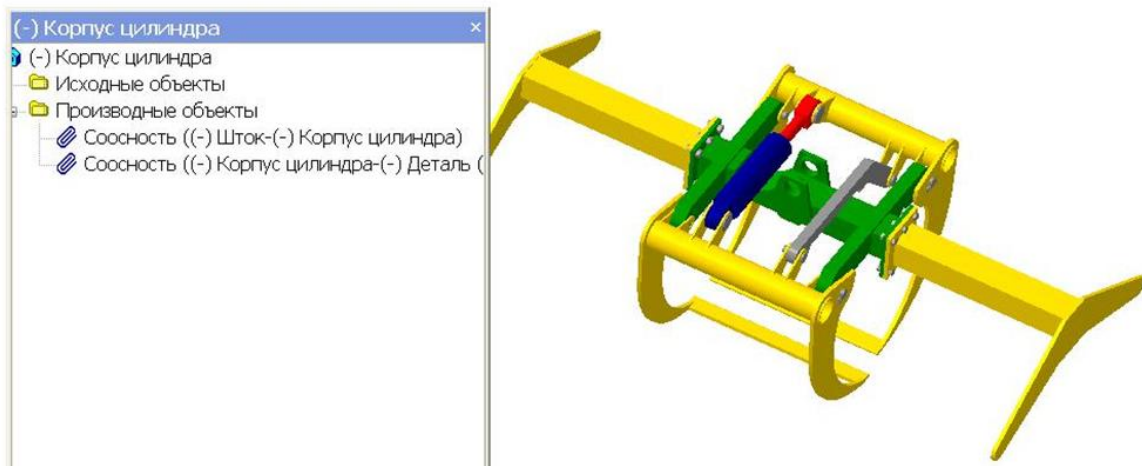


Рисунок 1 - Моделирование захвата лесопогрузчика, выполненное студентом в системе КОМПАС-АСКОН (в левом углу представлено дерево проектирования)

В дереве построения перечислены все существующие в модели вспомогательные элементы, эскизы, ограничения и выполненные операции в очерёдности их создания. Имея параметрическую модель, можно на её основе выполнить проектирование других объектов, подобной топологии. Параметрическая модель применяется при проектировании, как деталей, так и сборочных единиц.

Наиболее полно метод параметрического проектирования подставлен в отечественной САПР T-FLEX CAD (Топ Системы®). Инструменты собственно параметрического моделирования и создания изображений разделены. Любую модель можно сохранить в отдельном файле и использовать в другой модели в любом эскизе, операции создания изображений и т.д. Управление иерархической моделью может осуществляться в дереве проектирования или при помощи переменных, задаваемых с помощью геометрических зависимостей, соотношений или булевой алгебры. Переменные позволяют выполнять параметризацию без программирования. С помощью переменных можно определять атрибутивные свойства чертежа, например цвет и видимость элементов, параметры штриховок текстов и т.д. Переменные можно определять и задавать непосредственно в момент создания объектов либо с помощью редактора переменных (рисунок 2). Любая переменная имеет уникальное имя в документе, тип (текстовая или числовая) и выражение или функцию, при помощи которого она рассчитывается. Переменные могут быть внешними. Все переменные объединяются в группы. Переменные, определённые как внешние, можно экспортировать во внешний текстовый файл с возможностью последующего считывания из файла. Это позволяет использовать внешние переменные для организации связи T-FLEX CAD

с другими системами и прикладными программами. Синтаксис задание выражений для переменных приведен в руководстве пользователя [2,3].

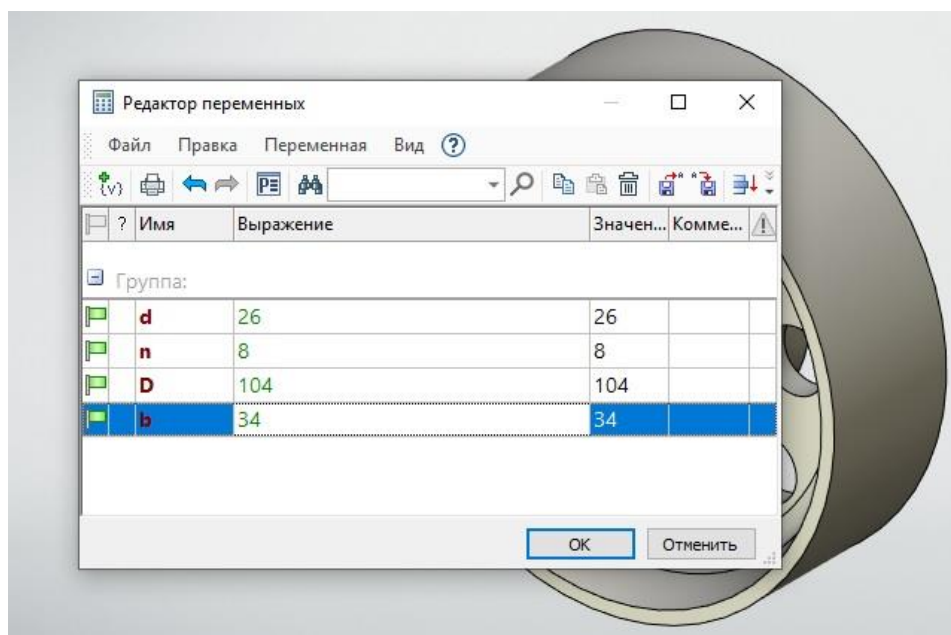


Рисунок 2 – Общий вид редактора переменных (T-FLEX CAD)

Копировать переменные можно с помощью буфера обмена. Задание численных переменных позволяет выполнить задачу оптимизации параметров проектирования. Переменные управления видимостью объекта используются при создании сборочных чертежей из фрагментов. При проектировании сборочного чертежа методом «снизу вверх» фрагменты должны иметь точки привязки или вектор привязок. Чертеж фрагмента создаётся как отдельный документ.

Библиографический список

1. Применение T-FLEX CAD при выполнении лабораторных работ по компьютерной графике. [Электронный ресурс] / Каданцев А.Н., Баязитов М.И., Султанова Е.А. // Техника машиностроения. 2016. – №2. – С. 60-63. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/470943>.
2. Karimov A., Nepomuceno E.G., Tutueva A., Butusov D. Algebraic Method for the Reconstruction of Partially Observed Nonlinear Systems Using Differential and Integral Embedding // Mathematics 2020, 8(2), 300; (DOI: <https://doi.org/10.3390/math8020300>).
3. Md Tarique Hasan, KhanSaki Rezwana. A review of CAD to CAE integration with a hierarchical data format (HDF)-based solution. Journal of King Saud University - Engineering Sciences. Volume 33, Issue 4, May 2021, Pages 248-258.

© Витенко С. А., Коршун В. Н.

УДК 004.921

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ В САПР

П. А. Величко, В. Н. Коршун

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

В статье изложен метод параметрического геометрического моделирования графических объектов в САПР. Применяется для двухмерного и трехмерного моделирования. Программирование модели осуществляется естественным способом в процессе её создания. Параметры модели могут меняться. На основе модели формируется изображение.

Ключевые слова: компьютерные технологии, САПР, параметрическое проектирование, геометрическая модель

GEOMETRIC PARAMETRIC CAD MODEL

P. A. Velichko, V. N. Korshun

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: impavell@mail.ru

CAD geometric modeling method of graphic objects the article describes. For two-dimensional and three-dimensional simulation is used. The structure of the model is based on the order and subordination of design objects. The programming of the model is carried out in a natural method in the process of its creation. Model parameters are subject to change. An image is formed on the basis of the model.

Key words: computer technology, CAD, parametric design, geometric modeling

В настоящее время система двухмерного параметрического проектирования применяется редко, хотя её возможности реализованы практически во всех САПР [1]. Идеи трехмерной параметризации заложены в идеологию всех современных САПР и являются базой для всего процесса проектирования. При параметрическом проектировании в описании объекта конструирования присутствуют не конкретные числовые значения параметров, а имена переменных. При визуализации объекта на экране пользователь задает конкретные числовые значения параметров. Наиболее широко геометрическое моделирование применяется в зарубежных машиностроительных и строительных САПР [2].

Геометрическое параметрическое проектирование подчиняется принципу иерархии. Геометрия объекта формируется в зависимости от геометрии родительского объекта, значений его параметров и переменных программирования. Параметрическая геометрическая модель разбивается на два компонента: модель для построения и задания параметров; модель визуализации и отображения. В модели построения определяются параметрические связи, которые часто задаются в виде конструкторских линий. В модели визуализации содержатся линии визуализации, которыми обводятся конструкторские линии построения, а также элементы оформления чертежа (размеры, штриховка, основная надпись и т.д.). Модель построения может содержать и варьируемые параметры, например, размеры. Элементы построения могут быть взаимозависимыми и подчиняться иерархической схеме. При изменении одного элемента модели построения все связанные с ним элементы могут перестраиваться в зависимости от заданных связей и параметров. Соответственно, перестраивается и зависящая от неё модель отображения. Данный метод проектирования является развитием ручного способа конструирования, при котором построение изображения

начиналось с задания исходного контура и прорисовыванием проекционных линий. В работе [3] утверждается, что такую модель можно использовать многократно в различных системах.

Алгоритм создания параметрической геометрической модели следующий:

1. На начальном этапе конструктор при помощи проекционных линий формирует профиль линиями контура, задаёт опорные точки и узлы;

2. На втором этапе проставляются размеры между линиями контура, налагаются связи и задаётся функциональная зависимость размеров друг от друга. Линии и узлы являются основными элементами, формирующими модель чертежа. По аналогии с черчением их можно сравнить с тонкими карандашными линиями, которые затем обводятся тушью. К линиям построения относятся бесконечные прямые, окружности, эллипсы, сплайны, эквидистанты, функции, пути;

3. На заключительном этапе обводятся линии контура, и формируется реальное изображение объекта. Полученный контур может использоваться для формирования объемной модели. Исходные линии построения сохраняются. Над изображением контура могут осуществляться те же процедуры, что и в случае вариационной параметризации (рис. 1).

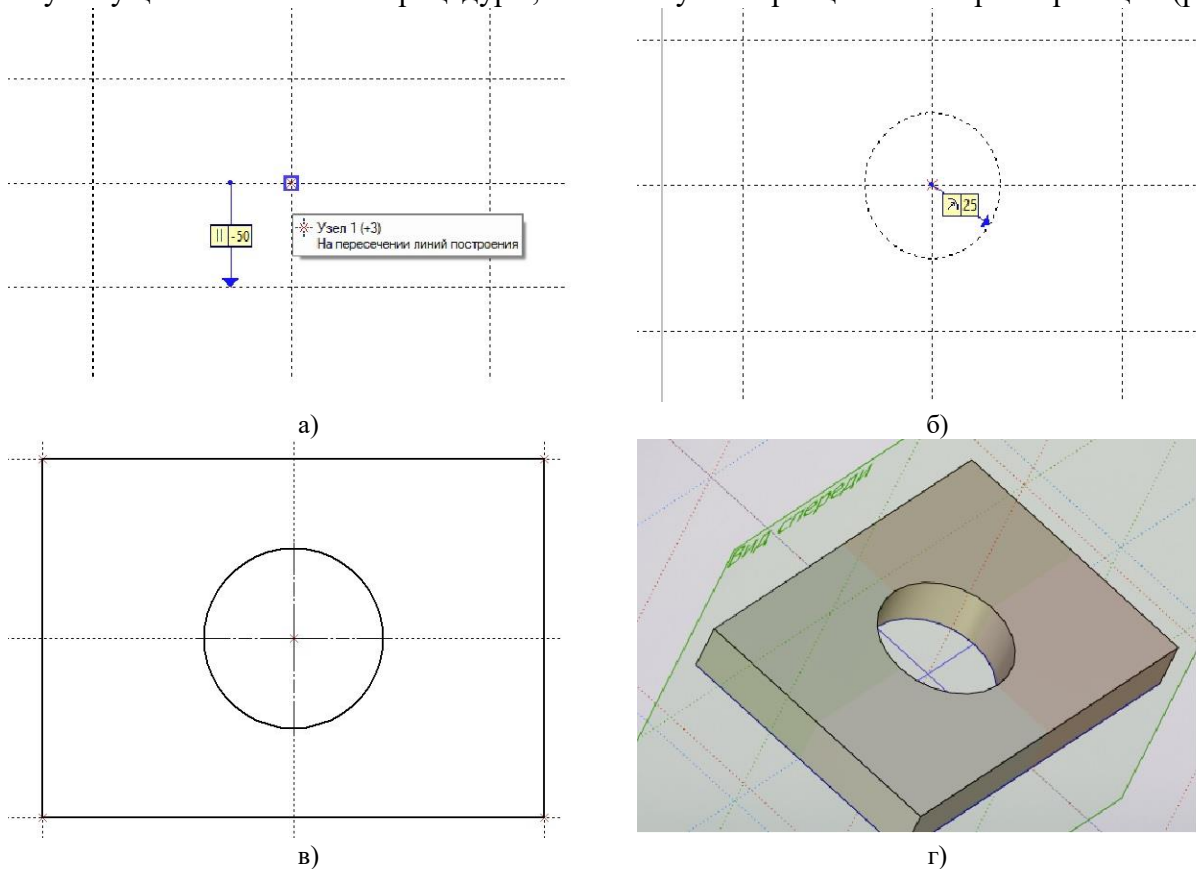


Рисунок 1 - Схема геометрической параметризации:

а) – разметка чертежа (задание узла и линий связи); б) – построение контура детали; в) – обведение контура линиями изображения; г) – построение объемной детали на основе геометрической модели

Линии построения, связи, размеры и другие элементы модели построения не выводятся на принтер и не экспортируются в другие форматы файлов, но на экране видимы. Параметрическое изображение может использоваться в библиотеке элементов.

Модель, полученная методом геометрической параметризации, может редактироваться на любом этапе проектирования. В примере, приведенном на рисунке 1, основным элементом модели является узел с заданными координатами, а все необходимые геометрические построения привязаны к нему. Редактирование модели может осуществляться через дерево модели либо через редактора модели. На рисунке 2 приведена информация о модели. Элементы, расположенные выше в дереве построения являются родителем, по отношению нижерасположенным, которые являются потомками. При редактировании параметров

родителя, изменяются свойства потомков, но не наоборот. На первоначальном этапе построения изображения в дереве построения присутствуют заданные конкретные параметры, например, для узла 1 (рис.1) – это его координаты. Для редактирования параметров следует войти в дерево построения и изменить их числовые значения. Другим методом является способ задания параметров не в явном виде, а в виде переменных программирования. После этого можно изменять значения переменных и чертеж будет видоизменяться [4].

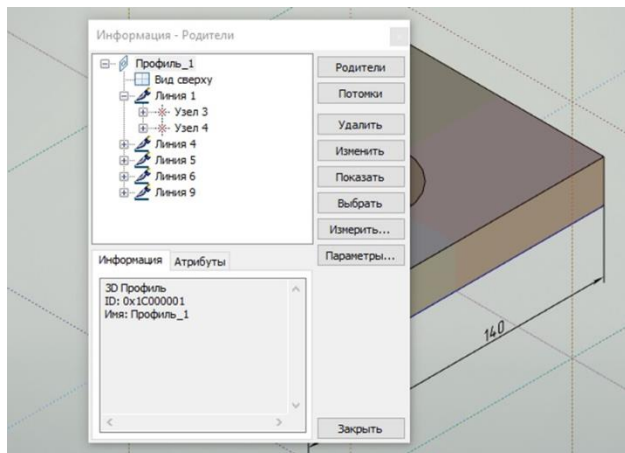


Рисунок 2 - Информация о построенном объекте в дереве построения (T-FLEX CAD)

Библиографический список

1. Применение T-FLEX CAD при выполнении лабораторных работ по компьютерной графике. [Электронный ресурс] / Каданцев А.Н., Баязитов М.И., Султанова Е.А. // Техника машиностроения. 2016. – №2. – С. 60-63. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/470943>.
2. Ami J. Shah, Designing with Parametric CAD: Classification and comparison of construction techniques. International Workshop on Geometric Modelling. Geometric Modelling –The International Federation for Information Processing, vol. 75. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35490-3_4.
3. Ault, HK., Bu, L., Liu, K., 2014. Solid Modeling Strategies – Analyzing Student Choices. Proceedings of the 121st ASEE Annual Conference and Exposition. Indianapolis, IN. June 15-18, 2014.
4. Jorge D. Camba, Pedro Company. Purdue University Parametric CAD modeling: An analysis of strategies for design reusability. Computer-Aided Design, vol. 74, 2016. Pp. 18- 31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010448516000051?via%3Dihub>.

© Величко П. А., Коршун В. Н., 2021

УДК 712.3.7

РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТНОЙ КОМПОЗИЦИИ МАЛОГО САДА «ИЮЛЬСКИЙ ДЕНЬ»

Л. Б. Орлова

Научный руководитель: Ю. В. Граница
Поволжский государственный технологический университет, ФГБОУ ВО «ПГТУ»,
г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: orlova.liana.2017@gmail.com

В данной статье описывается проектирование композиции малого сада «Июльский день». В статью включается описание работ, создания, а именно последовательной разработки композиции малого сада.

Ключевые слова: сад, малый сад, ландшафтная композиция, проектирование, малые архитектурные формы.

DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION A SMALL GARDEN "JULY DAY"

L. B. Orlova

Scientific supervisor - Y. B. Granitsa
Volga State Technological University, PGU, Yoshkar-Ola, pl. Lenin, 3
E-mail: orlova.liana.2017@gmail.com

This article describes the design of the composition a small garden "July Day". The article includes a description of the work, the creation, namely, the sequential development of the composition of a small garden.

Keywords: garden, small garden, landscape composition, design, hardscape.

Цель: разработка и изучение технологии выполнения композиции малого сада.

Задачи:

1. Изучение информации о малых садах.
2. Поиск идей в журналах, книгах, в интернете.
3. Применение программ для разработки генерального плана.
4. Разработка вариантов для генерального плана, видовой точки.
5. Компоновка и построение воздушной перспективы.

Основой в проектировании в садово-парковом искусстве является ландшафтная композиция. Композиция – это построение и расстановка пространственных форм паркового объекта в определенном сочетании, образующем гармоническое единство организуемого пространства. Пространственные формы включают в себя — поверхность земли, (цветниками, покрытием), а также элементы рельефа, воду, лесные насаждения, ограждения и др. А также включает и архитектурные сооружения - МАФ (малые архитектурные формы включают в себя – беседки, арочные установки, фонтаны, скамьи и тд). Формирование данной композиции не обходится без художественной целостности объектов, правильной расстановки и сочетании их между собой [1-3].

Прежде всего, выполнение работы при создании курсового проекта начинается с проектирования генерального плана. Были применены идеи, взятые из интернета и журнала, которые стали основой разработки генерального плана. В генеральный план входит правильное размещение зеленых насаждений, цветников, малых архитектурных форм с прорисовкой элементов.

Для того чтобы распределять растительность и малые архитектурные формы была использована программа CorelDRAW (рисунок 1). После проделанной работы, выполняем

графическую работу с помощью туши или гелиевой ручки (рисунок 2), далее согласовываем генеральный план с преподавателем.

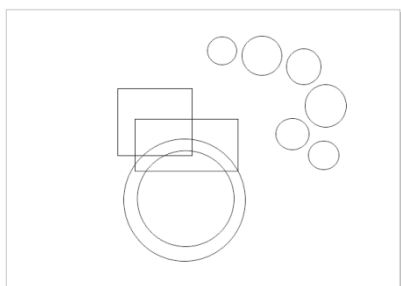


Рисунок 1 – Расстановка насаждений и МАФ в CorelDRAW

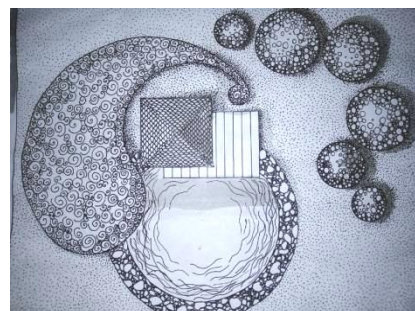


Рисунок 2 – Генеральный план в графике

Дальнейшим этапом является выполнение генерального плана в цвете. Генеральный план закрашиваем акварелью, после нескольких прорисовок оставляем подходящий вариант (рисунок 3)



Рисунок 3 – Генеральный план в цвете

После того, как генеральный план выполнен в цвете и графике, можно переходить к следующей стадии – построение видовой точки. Эта стадия содержит несколько этапов работы. Для начала мы строим сетку на генеральном плане 1 на 1 см (рисунок 4), с помощью этой сетки выстраиваем видовую точку в перспективу (рисунок 5). С помощью фотомонтажа выбирали фон для видовой точки, это намного быстрее помогает делать данную работу. Когда все выстроено и подобран фон, получаем красивую видовую точку в воздушной перспективе.

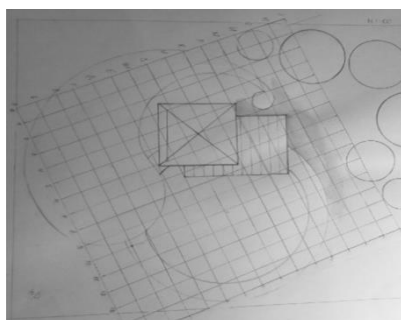


Рисунок 4 – Сетка на ген.плане



Рисунок 5 – Видовая точка в перспективе

Важнейшим шагом является компоновка планшета. Для начала необходимо измерить размер планшета и в соответствии с масштабом, затем делаем квадраты, переведённые в см. Эти квадраты склеиваем на лист и составляем компоновку в несколько вариантов, чтобы выбрать наилучший. Полученный вариант необходимо согласовать с преподавателем. После переводим согласованную компоновку на планшет, учитывая все размеры (рисунок 6)

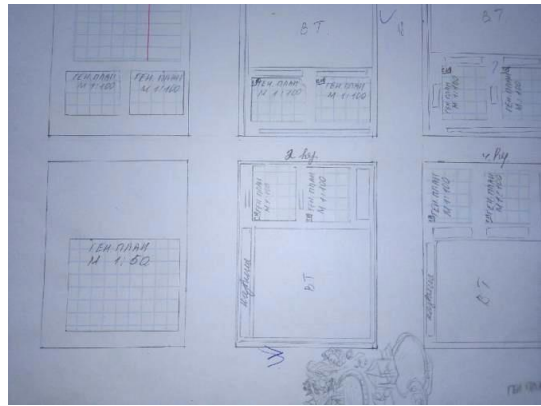


Рисунок 6 – Компоновка планшета

Также немаловажным элементом является шрифты. Выбираем цвет и стиль наиболее подходящий под стилистику сада и цветовой гаммы. Для этого использовался Microsoft Word шрифты, где подбирали цвета, внутреннее заполнение для графической части шрифта (рисунок 7). Готовый вариант, соответствующий к компоновке, также переводится на планшет (рисунок 8).

- Июльский день
- Июльский день
- Июльский день
- Июльский день
- Июльский день

Рисунок 7 – Подборка шрифтов

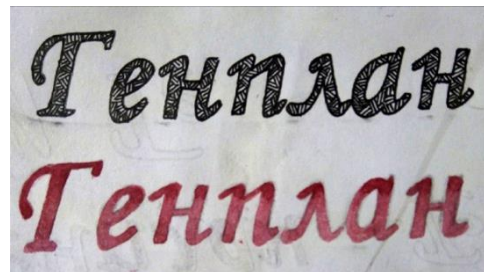


Рисунок 8 – Шрифт в цвете и графике

Когда компоновка выполнена, аккуратно переводим все остальное (видовую точку, генеральный план для графики и цветного варианта). После того как все переведено, переходим к следующей работе выполняем самую интересную часть, рисуем цветом, а также в графике. Главное все делать аккуратно и не спеша, так как это важная часть работы. Рисуем от светлого к темному, передний план прорисовываем четче. Когда основная часть работы сделана, необходимо указать, кем выполнен курсовая работа. Курсовая работа «Июльский день» готов (рисунок 9).



Рисунок 9 – Готовая курсовая работа «Июльский день»

В данной статье описана последовательность выполнения курсовой работы. Данная работа даёт возможность научиться искать идеи и реализовать, и применять их в работах, проектах, помогает развить и получать новые навыки. Построение ландшафтной композиции, в котором используется различные методы, очень увлекательная и творческая работа.

Библиографический список

1. Гостев, В.Ф. Проектирование садов и парков / В.Ф. Гостев, Н.Н. Юскевич. — М.: Лань, 2012. Ландшафтная композиция малого сада Приходько П.И. 1976
2. Жиру Ф. Ландшафтный дизайн для "чайников" / Ф. Жиру, Б. Бекстром, Л. Уолхайм; Пер. с англ. В.Н. Логвинов. — М.: Вильямс, Диалектика, 2011. — 304 с.
3. Воронова О.В. Ландшафтный дизайн: шаг за шагом / О.В. Воронова. — М.: Эксмо, 2011. — 304 с.

© Орлова Л. Б., 2021

УДК 004.94

CAD СИСТЕМЫ ДЛЯ РАБОТЫ С 3D МОДЕЛЯМИ

Д. А. Беляев, К. Н. Черник

Научный руководитель – Д. В. Черник

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева

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

E-mail: 07bda@mail.ru

В статье раскрывается понятие САПР, а также рассматривается значимость систем в условиях современного проектирования. В форме таблицы проведен сравнительный анализ наиболее популярных CAD систем и выявлен оптимальный вариант, особенно для отечественных конструкторов.

Ключевые слова: САПР, CAD системы, трехмерное моделирование.

CAD SYSTEMS FOR WORKING WITH 3D MODELS

D. A. Belyaev, K. N. Chernik

Scientific supervisor – D. V. Chernik

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

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

E-mail: 07bda@mail.ru

The article reveals the concept of CAD, and also considers the importance of systems in the context of modern design. In the form of a table, a comparative analysis of the most popular CAD systems is carried out and the best option is identified, especially for domestic designers.

Keywords: CAD, CAD systems, three-dimensional modeling.

В условиях все большей потребности в автоматизации и быстрой разработки новых предметов появляется острая необходимость заменить их проектирование вручную на современные программы – системы автоматизированного проектирования (САПР). САПР – программа, созданная для создания конструкторской документации, построения 3D моделей и чертежей. Благодаря движению технической науки вперед, такие системы позволяют существенно сократить возможные погрешности при разработке новых изделий, построить чертежи быстрее, точнее и качественнее, иными словами, - преобразовать шаблонные действия и вывести работу инженеров на новый уровень.

ГОСТ 23501.101-87 дает следующее определение аббревиатуре САПР - организационно-техническая система, входящая в структуру проектной организации и осуществляющая проектирование при помощи комплекса средств автоматизированного проектирования (КСАП). Помимо этого, в ГОСТе также указана основная функция САПР - это выполнение автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей [1].

В английском языке вместо аббревиатуры САПР применяется аналогичное ей другое условное обозначение – CAD. Дословно Computer-Aided Design [2] – это понятие, применяемое с целью позиционирования разнообразия компьютерных средств, служащих инженерам и прочим специалистам в реализации конструирования. Также в литературе термин Computer-Aided Design переводится как проектирование с помощью компьютера [3, 4].

В таблице 1 проведен сравнительный анализ популярных зарубежных и российских CAD систем.

Сравнительный анализ CAD систем

Название программы	Разработчик	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
AutoCAD	Autodesk (США)	Трёхмерная среда; Автоматическая подготовка документации; Удобный интерфейс	Недоступность чтения чертежей из аналогичных программ; Высокие технические требования для установки
Autodesk Inventor	Autodesk (США)	Удобный трёхмерный эскиз; Можно работать на платформе Windows и Macintosh; Всестороннее изучение поведения изделий ещё в процессе их разработки	Существенным недостатком является недоступность поверхностного моделирования с использованием NURBS
SolidWorks	Dassault Systemes (США)	Хорошая вычислительная база; Использование видеоресурсов для расчетов; Связь с Excel	В библиотеках нет российских ГОСТов; Оформление документации не соответствует требованиям
Компас-3D	АСКОН (Россия)	Элементарный интерфейс; Библиотеки с данными ГОСТ; Вмонтированы средства для трассировки трубопроводов, электрических кабелей, жгутов, а также для создания электрических цепей	Отсутствие кинематического, прочностного, температурного и частотного анализа; Отсутствует возможность выполнять эргономические расчеты; Нет инструментов для резервирования объемов
T-FLEX	ТопСистемы (Россия)	Основана на геометрическом ядре Parasolid, и обладает полным набором инструментов, необходимых для создания 3D-моделей любой сложности; 3D-сборка в T-FLEX CAD является параметрической; Использует единую документную структуру; Поддерживает оформление чертежей в полном соответствии с ЕСКД и международными стандартами (ISO, DIN, ANSI)	Низкокачественный процесс оформления ЕСКД; Элементное использование систем не дает полноценных результатов
NanoCAD	Нанософт (Россия)	Указаны единицы измерения, форматирование и расчеты в соответствии с ГОСТом; Не требует постоянных обновлений программного обеспечения	Нет возможности использовать разные виды конфигураций и инструментов для создания необычных проектов, например, архитектурных

Исходя из проведенного анализа в таблице 1, можно сделать следующий вывод: для отечественного инженера наиболее предпочтительным выбором будет программа T-FLEX. Российская программа имеет множество значимых преимуществ, в частности, одно из самых важных - оформление чертежей в полном соответствии с ЕСКД и международными стандартами (ISO, DIN, ANSI). Как минимум этот признак делает иностранные CAD системы менее удобными для пользования в нашей стране. Но, несмотря на это, не отменяется тот факт, что перечисленные системы имеют свои преимущества и использование их значительно улучшает процесс построения чертежей и трехмерных моделей.

Библиографический список

1. ГОСТ 23501.101 – 87. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ [Текст]. – Взамен ГОСТ 23501.17 – 82; введ. 1988 – 07 – 01. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 9 с.
2. Системы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_автоматизированного_проектирования. (дата обращения: 10.05.2021).
3. Малюх В. Н. Введение в современные САПР : курс лекций / В. Н. Малюх. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
4. Стаховский В.В. Системы автоматизированного проектирования. Основная функция САПР. Требования необходимые для создания САПР [Электронный ресурс] / В.В. Стаховский // Международный студенческий научный вестник. – Пенза, 2020. – № 1. – С. 25.

© Беляев Д. А., Черник К. Н., 2021

УДК 630.32

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕСНОГО МАНИПУЛЯТОРА

К. Н. Черник

Научный руководитель – Д. В. Черник

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

E-mail: Kristi.Blueberry@yandex.ru

В данной статье опубликованы результаты математического моделирования нагружения комбинированного манипулятора. Разработанная математическая модель позволяет определить геометрические параметры элементов конструкции манипулятора в зависимости от грузоподъемности, максимального вылета и других кинематических параметров машины.

Ключевые слова: математическая модель, технологическое оборудование, манипулятор, лесная машина.

3D MODELING OF PARTS OF MANIPULATOR SUBASSEMBLIES IN T-FLEX CAD

K. N. Chernik

Scientific supervisor – D. V. Chernik

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: Kristi.Blueberry@yandex.ru

This article publishes the results of mathematical modeling of the combined manipulator loading. The developed mathematical model makes it possible to determine the geometric parameters of the manipulator structure elements depending on the carrying capacity, maximum reach and other kinematic parameters of the machine.

Keywords: mathematical model, technological equipment, manipulator, forest machine.

Комбинированные и шарнирно-сочлененные манипуляторы получили огромную популярность в различных отраслях промышленности, в том числе и лесной. Благодаря своей кинематической схеме, имитирующей движение руки человека, машины, оснащенные данными манипуляторами, легко поддаются освоению на интуитивном уровне и имеют достаточно большую площадь рабочей зоны [1,2].

Манипулятор представляет собой дистанционно управляемый механизм, функционально эквивалентный по своему характеру движению руки человека. В основном это шарнирно-сочлененная конструкция, состоящая из основания (поворотной колонны), стрелы и рукояти, последняя может быть телескопической, и рабочего органа (грейфера). В зависимости от назначения манипулятор устанавливается на соответствующую базовую машину, как самостоятельная сборочная единица, либо проектируется как неотъемлемая часть машины. Основными параметрами манипуляторов являются: грузовой момент, максимальный вылет стрелы, грузоподъемность на максимальном вылете стрелы, грузоподъемность на минимальном вылете стрелы [3,4].

На сегодняшний день, существует множество предприятий, выпускающих манипуляторы и технику, оборудованную такими устройствами для различных отраслей промышленности, в том числе лесной. При проектировании манипуляторов возникает необходимость в предварительном определении геометрических параметров элементов

конструкции для обеспечения необходимой прочности и долговечности устройства при работе в экстремальных или около экстремальных режимах, что требует привлечения дополнительных трудовых ресурсов со стороны производства, а также приобретения специализированных дорогостоящих программ. Создание математической модели, способной определять геометрические параметры манипуляторов на стадии проектирования, является актуальной темой.

Для определения геометрических параметров опасных сечений манипулятора необходимо составить расчетную схему с расставленными на ней нагрузками (рисунок 1). Наиболее нагруженным будет являться положение, при котором звенья манипулятора на максимальном вылете располагаются параллельно горизонтальной опорной поверхности. Вращение стрелы будет происходить относительно точки А. В точке В располагается ось крепления штока гидроцилиндра поворота стрелы. В точке С рукоять вращается относительно стрелы.

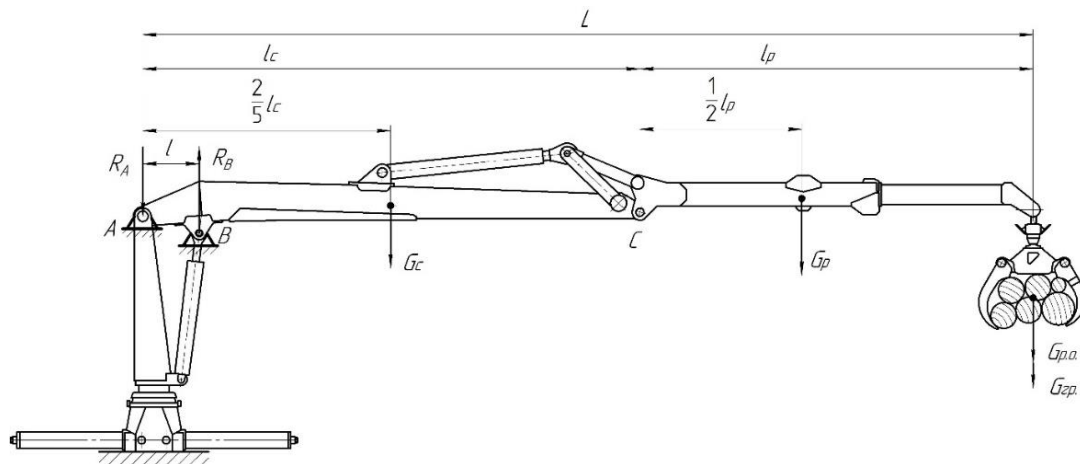


Рисунок 1 – Расчетная схема

Известно, что при данной схеме статически неопределимой системы максимальный момент при изгибе от действующих сил будет находиться в точке В. В этой же точке будет располагаться опасное сечение для стрелы манипулятора. В точке С находится опасное сечение для рукояти.

Поперечные сечения стрелы и рукояти у подавляющего большинства манипуляторов как правило представляют собой тонкостенный прямоугольник (рисунок 2). Момент сопротивления сечения для тонкостенного прямоугольника относительно оси абсцисс [5,6]:

$$W_i = \frac{\delta_i \cdot H_i^2}{3} \cdot \left(3 \cdot \frac{B_i}{H_i} + 1 \right); \text{ where} \quad (1)$$

δ_i — толщина стенки сечения, м,

H_i — высота поперечного сечения, м,

B_i — ширина поперечного сечения, м.

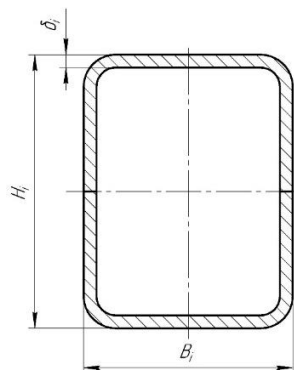


Рисунок 2 – Поперечное сечение стрелы и рукояти манипулятора

Определив изгибающие моменты в опасных сечениях и выполнив некоторые преобразования получим математическую модель для определения размеров поперечных сечений:

$$H_c = \sqrt{\frac{3 \cdot ((G_{p.o.} + G_{zp.}) \cdot (L - l) + G_p \cdot (l_c - l + \frac{1}{2} l_p) + G_c \cdot (\frac{2}{5} l_c - l)) \cdot k_\theta \cdot k_{3.n.}}{[\sigma] \cdot \delta_c \cdot \left(3 \cdot \frac{B_c}{H_c} + 1\right)}}; \quad (2)$$

$$H_p = \sqrt{\frac{3 \cdot ((G_{p.o.} + G_{zp.}) \cdot l_p + \frac{1}{2} G_p \cdot l_p) \cdot k_\theta \cdot k_{3.n.}}{[\sigma] \cdot \delta_p \cdot \left(3 \cdot \frac{B_p}{H_p} + 1\right)}}; \quad (3)$$

$$B_c = \frac{B_c}{H_c} \cdot H_c; \quad (4)$$

$$B_p = \frac{B_p}{H_p} \cdot H_p. \quad (5)$$

Математическую модель реализуем в математической программе MathCAD в качестве имитационной модели (рисунок 3).

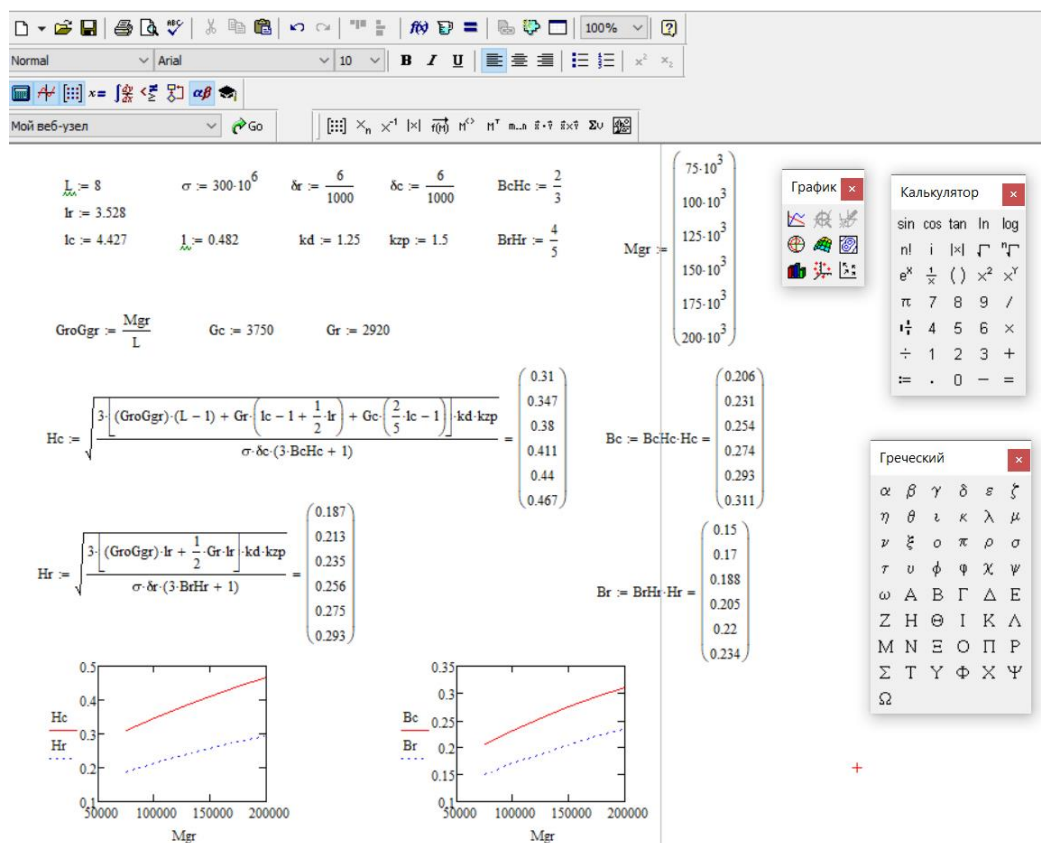


Рисунок 3 – Реализация математической модели в программе MatchCAD

Также был проведен сравнительный анализ результатов математического моделирования элементов конструкции манипулятора с результатами моделирования в программе SolidWorks, основанной на методе конечных элементов, который предварительно подтвердил адекватность математической модели (рисунок 4).

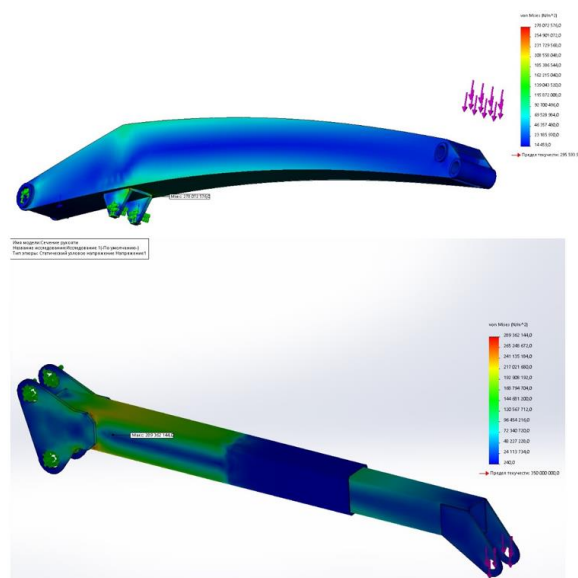


Рисунок 4 – Моделирование в программе SolidWorks

Полученная математическая модель позволяет определять размеры сечений элементов конструкции манипулятора в зависимости от максимального вылета и геометрических параметров кинематической схемы. К тому же реализация данной модели возможна практически в любой математической программе.

Полученные данные необходимо учитывать при проектировании манипуляторов лесных машин.

Библиографический список

1. Александров, В. А. Конструирование и расчет машин и оборудования для лесосечных работ и нижних складов : учебник / В. А. Александров, Н. Р. Шоль. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1191-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3198> (дата обращения: 01.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Александров, В. А. Моделирование технологических процессов лесных машин : учебник / В. А. Александров, А. В. Александров. — 3-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-2048-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168911> (дата обращения: 01.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Chernik, D. V. Computer simulation of the driving mode of the logger through an obstacle / D. V. Chernik // 2019 International Science and Technology Conference "EastConf", EastConf 2019, Vladivostok, 01–02 марта 2019 года. – Vladivostok, 2019. – P. 8725418. – DOI 10.1109/Eastconf.2019.8725418.
4. Chernik, D. V. Mathematical model of a combined manipulator of a forest machine / D. V. Chernik, K. N. Chernik // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk, Russia, 31 июля 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 52037. – DOI 10.1088/1757-899X/919/5/052037.
5. Аркуша А. И. Технической механика: Теоретическая механика и сопротивление материалов: учебное пособие / А. И. Аркуша. - М.: Высшая школа, 2000. - 352 с.
6. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Павлов, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников, В. А. Шерстнев ; под редакцией Б. Е. Мельникова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 556 с.

© Черник К. Н., Черник Д. В., 2021

УДК 681.6

ОБ АНАЛИЗЕ НЕКОТОРЫХ ПРОГРАММ В КОНСТРУИРОВАНИИ

Д. Е. Ворошилов

Научный руководитель – С. Н. Мартыновская
Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, пр. имени газеты «Красноярский рабочий», 31
E-mail: d.e.vorohilov@mail.ru
E-mail: martynovskaiasn@mail.sibsau.ru

Приведён краткий обзор программ "Auto CAD" и "Компас 3D". Определены их технические возможности, достоинства, недостатки. На основе результатов анализа сделан вывод.

Ключевые слова: программа, "Auto CAD", "Компас 3D", анализ, конструирование, проектирование.

ABOUT THE ANALYSIS OF SOME PROGRAMS IN CONSTRUCTION

D. E. Voroshilov

Research Supervisor – S. N. Martinovskaia
Reshetnev Siberian State University of Science and Technology 31, Krasnoyarsky Rabochy Av.,
Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: d.e.vorohilov@mail.ru
E-mail: martynovskaiasn@mail.sibsau.ru

A brief overview of the programs "Auto CAD" and "Compass 3D" is given. Their technical capabilities, advantages, and disadvantages are determined. Based on the results of the analysis, a conclusion is made.

Keywords: program, "Auto CAD", "Compass 3D", analysis, construction, design.

Большинство студентов, обучающихся в технических институтах на направлениях, связанных с машинами, оборудованием, сталкиваются с необходимостью выполнять чертежи. На первом курсе рассказывают ГОСТ всех прямых, рамок и в целом составляющих чертежей. После, переходят к практике, вычерчиванию деталей в разных проекциях.

В настоящее время чертить «от руки» практически перестали, так как существует множество платформ с разным интерфейсом и возможностями. На начальном этапе обучения нашу группу познакомили с программой "Auto CAD". Рассказали, как он работает, как выполнить чертеж в трех проекциях или же в 3D. Позже, мы познакомились с более современным способом выполнения чертежей, но уже в другой программе - "Компас 3D". Обе программы являются системами проектирования. Попытаемся выяснить, какая принципиальная разница в них и в какой из них работать удобнее. Проведем сравнительный анализ.

Выясним, какие плюсы и минусы имеют программы "Auto CAD" и "Компас 3D". Компас-3D является российской системой трехмерного проектирования, широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств [1, 2, 3]. Вот что говорят сами производители о своем продукте и его возможности:

- Возможности системы обеспечивают проектирование машиностроительных изделий любой сложности и в соответствии с самыми передовыми методиками проектирования.
- Позволяет работать над различными деталями и узлами с помощью твердотельного моделирования изготовлению изделий из листового металла.

- Проектирование деталей со сложной геометрией, при этом обеспечивая требования, выдвигаемые к данным изделиям.
- Электронная модель, которая может содержать в себе данные, необходимые для изготовления и последующих жизненных этапов вашего изделия. На нем можно будет отметить по ГОСТ от шероховатости до баз и мест клеймения
- Система имеет простой и понятный интерфейс, который позволяет быстро освоить функционал и приступить к работе.
- Не требует сильно мощного железа

Из минусов стоит выделить платные дополнения, включающие в себя вычерченные детали, болты и т.п. в более поздних версиях это было в открытом доступе, сейчас нет. Слабая система поверхностного моделирования, фотореалистичные изображения поверхностны и не качественны. Простота приложения тоже является минусом - сложное переобучение на другие программы (рис. 1).

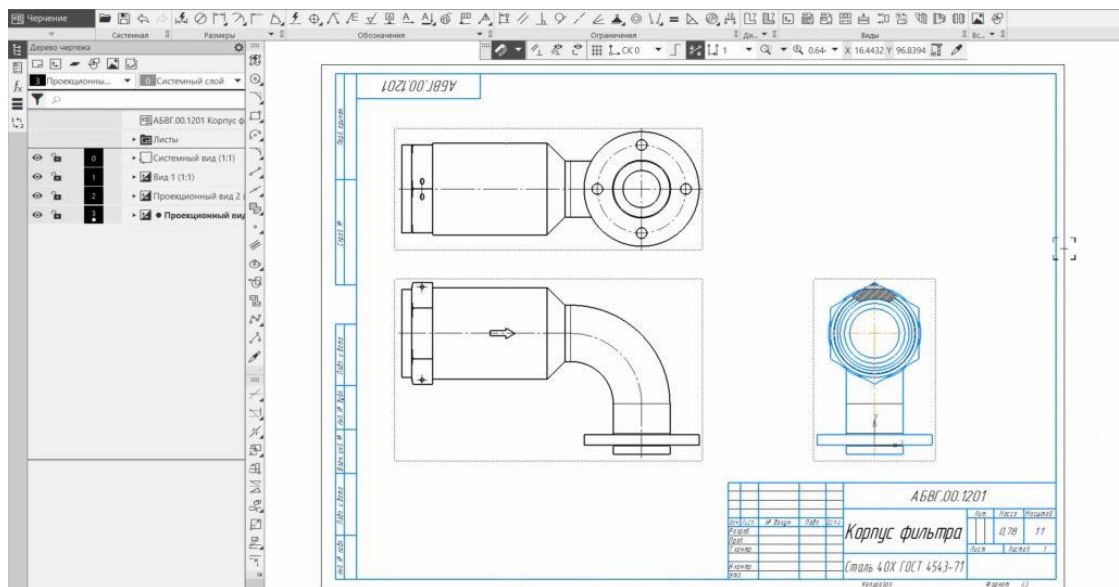


Рисунок 1 – Рабочее окно Компас-3D

О программе "Auto CAD". Это уже американское приложение компании "Autodesk" которая была выпущена раньше российского аналога "Компас-3D" и выглядит на первый взгляд сложнее. И все же, какие возможности может предоставить нам данное приложение:

- позволяет прикреплять материалы к 3D-объектам, а также добавлять источники света к сценам,
- дает возможность создавать плоскости сечения они используются для получения поперечного сечения трехмерных объектов,
- позволяет контролировать внешний вид текстов на 2D чертежах,
- имеет мощную функцию 2D-рисования, которая позволяет пользователям связывать таблицы в своих 2D-чертежах с данными в электронных таблицах Microsoft Excel,
- позволяет пользователям импортировать данные из PDF-файлов в чертежи, созданные ими с помощью программы,
- представляет усовершенствование импорта PDF,
- вид всех иконок более мягкий и меньше нагрузка на глаза,
- функция сравнения файлов и наглядного просмотра отличий.

Что можно выделить из минусов. Это более требовательное приложение нежели Компас. Нету как таковых ГОСТ но это не сильно критично. Сложность приложения, при переходе к этой программе возникнут проблемы в ориентировании в самом приложении. Ну и за все это нуж отдать куда больше денег нежели в "Компас-3D".

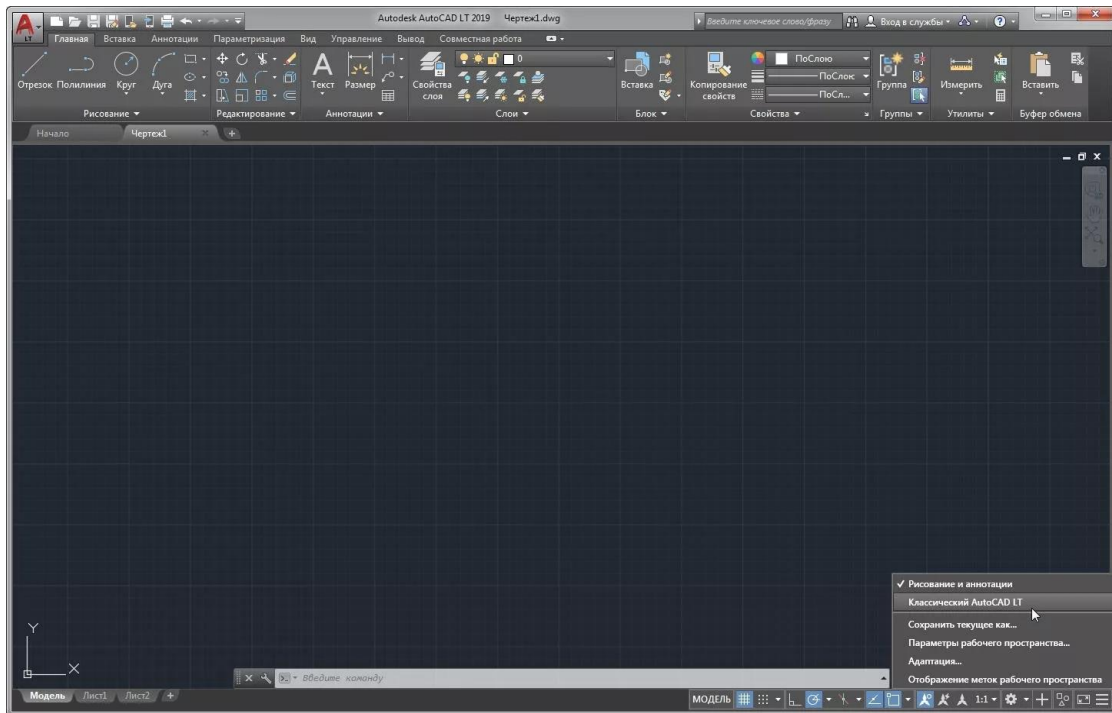


Рисунок 2 – Рабочее окно Auto CAD

В заключении подведем итоги сравнительного анализа. Если сравнить эти приложения то с уверенностью можно сказать, что Компас более простой в использовании имеет нормы ГОСТ и в целом не требует много железа чтобы в нем работать. Можно считать Компас для обучения и использования при создании не крупных проектов оптимален, да и цена для предприятия не сильно высокая. Что касается AutoCAD, то он сложнее, более требовательный как в «железе» так и в финансах для компании, которая приобретает данную продукцию, но эти затраты являются оправданными. Хорошая реализация деталей и проектов, уверенный функционал, ежегодные обновления которые делают рутину инженера в приложении более удобными и экономичными по времени.

Простота не является хорошим качеством, но и сложность не дает больших плюсов. Все зависит от того как часто вы работаете в приложениях данного формата. Если вы сидите по долгу и чертите, что является основной рутинной, лучше освоить AutoCAD. Если же вы не тратите много времени для черчения в приложении, вы чаще сдаете работы от руки или же в вашем проекте чертеж не является основой доклада, то лучше выбирайте Компас с более простым интерфейсом.

Библиографический список

1. Большаков, В.П. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex: Учебный курс / В.П. Большаков, А.Л. Бочков, А.А. Сергеев. – Санкт-Петербург: Питер, 2011. - 336 с. - ISBN 978- 5-49807-774-1. - Текст : непосредственный.
2. Большаков, В.П. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor / В.П. Большаков, А.Л. Бочков. – Санкт-Петербург: Питер, 2013. – 304 с. - ISBN 978- 5-496-00041-3. - Текст : непосредственный.
3. Чагина, А. В. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий v17 и выше. Учебное пособие для вузов / А. В.Чагина, В. П. Большаков. – Санкт-Петербург: Питер,, 2021. - 256 с. - ISBN 978- 5-4461-1713-0. - Текст : непосредственный.

© Ворошилов Д. Е., 2021

УДК 621

ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ ФЛАНЦЕВОГО ФИКСАТОРА ВАЛА В SOLIDWORKS SIMULATION

Р. В. Ралдугин

Научный руководитель – С. Н. Мартыновская

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, пр. имени газеты «Красноярский рабочий», 31

E-mail: Raldugin.r.v@gmail.com

E-mail: martynovskaiasn@mail.sibsau.ru

Произведён краткий обзор программы SolidWorks. Определены её технические возможности. Произведён структурный анализ 3D модели фланцевого фиксатора вала, используемого в вертикальном фрезерном ЧПУ станке. На основе результатов анализа сделан вывод.

Ключевые слова: SolidWorks, программа, 3D моделирование, анализ, сборка, ЧПУ, проектирование.

ENGINEERING ANALYSIS OF THE FLANGED SHAFT LOCK IN SOLIDWORKS SIMULATION

R. V. Raldugin

Research Supervisor – S. N. Martinovskaia

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology 31, Krasnoyarsky Rabochy Av.,
Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

E-mail: Raldugin.r.v@gmail.com

E-mail: martynovskaiasn@mail.sibsau.ru

A brief overview of the SolidWorks software was made. Its technical capabilities are defined. The structural analysis of the 3D model of the flanged shaft retainer used in the vertical CNC milling machine is made. Based on the results of the analysis, a conclusion is made.

Keywords: SolidWorks, program, 3D modeling, analysis, assembly, CNC, design.

SolidWorks – это программный комплекс систем автоматизированного проектирования, предназначенный для трехмерного параметрического моделирования объектов машиностроения и смежных отраслей, а также используемый для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Данный программный комплекс предоставляет сквозной процесс проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий любой сложности и назначения, включая создание интерактивной документации и возможность обеспечения обмена данными с другими системами.

Первая версия программы была выпущена в 1995 году, образованной двумя годами ранее американской компанией SolidWorks Corporation. Благодаря своим инновационным возможностям, использованию активно развивающейся на тот момент платформы Microsoft Windows, а также простоте и дружелюбности интерфейса, данной программе практически сразу удалось захватить рынок систем CAD/CAM. Успех компании не остался незамеченным и спустя 2 года она была куплена Французской ИТ корпорацией Dassault Systems [1].

Компания ежегодно выпускает многочисленные обновления, расширяя и оптимизируя технические возможности своего продукта, позволяя инженерам и конструкторам различных

сфер деятельности повышать производительность и быстрее создавать продукцию высокого качества.

Программный пакет SolidWorks предоставляется в трёх вариациях – стандартная версия, включающая в себя только базовые функции, а также профессиональная и премиум версии, каждая из которых в отличие от предыдущей, обеспечивает большее количество различных технических возможностей в решении поставленных задач.

К основным решаемым задачам программы можно отнести следующие функции:

На этапе конструкторской подготовки производства (КПП):

- 3D-проектирование моделей любой сложности с учётом всех тонкостей изготовления
- Создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТ
- Возможность проектирования различных коммуникаций, таких как электрожгуты, трубопроводы и т.д.

- Инженерный анализ (проведение расчётов на прочность, устойчивость, теплопередачу, динамика механизмов, частотный анализ, газо/гидродинамика, оптика и светотехника, электромагнитные расчёты, анализ размерных цепей и т.д.)

- Экспресс-анализ технологичности на этапе проектирования
- Подготовка данных для ИЭТР

На этапе технологической подготовки производства (ТПП):

- Проектирование оснастки и прочих средств технологического оснащения

- Анализ технологичности конструкции изделия.

- Анализ технологичности процессов изготовления (литьё пластмасс, анализ процессов штамповки, вытяжки, гибки и пр.)

- Разработка технологических процессов по ЕСТД

- Материальное и трудовое нормирование

- Механообработка: разработка управляющих программ для станков с ЧПУ, верификация УП, имитация работы станка. Фрезерная, токарная, токарно-фрезерная и электроэрозионная обработка, лазерная, плазменная и гидроабразивная резка, вырубные штампы, координатно-измерительные машины.

На этапе управления данными и процессами:

- Работа с единой цифровой моделью изделия
- Электронный технический и управленческий документооборот
- Технологии коллективной разработки
- Работа территориально-распределённых команд
- Ведение архива технической документации по ГОСТ
- Проектное управление
- Подготовка данных для ERP, расчёт себестоимости.

Одним из главных преимуществ программы SolidWorks является возможность инженерного анализа 3D модели как детали в рабочих условиях. Эту возможность обеспечивает портфель инструментов SolidWorks Simulation, позволяющий инженеру спрогнозировать поведение его разрабатываемой детали при реальных нагрузках путём виртуального тестирования CAD-моделей. Опираясь на это поведение, он может, например, снижать массу детали, без потери её прочностных характеристик, что является одной из неотъемлемых задач, решаемых в конструкторских и экономических интересах [2,3].

В качестве примера для отображения некоторых возможностей программы SolidWorks, воспользуемся сборкой 3D модели фрезерного ЧПУ станка, полностью спроектированного в этой программе.

На рисунке 1 изображён общий вид типового ЧПУ станка. Справа, более подробно, вынесен механизм фиксации направляющих оси «Z» шпиндельного узла, расположенный в подвижной каретке, перемещающейся вдоль портала станка по оси «X».

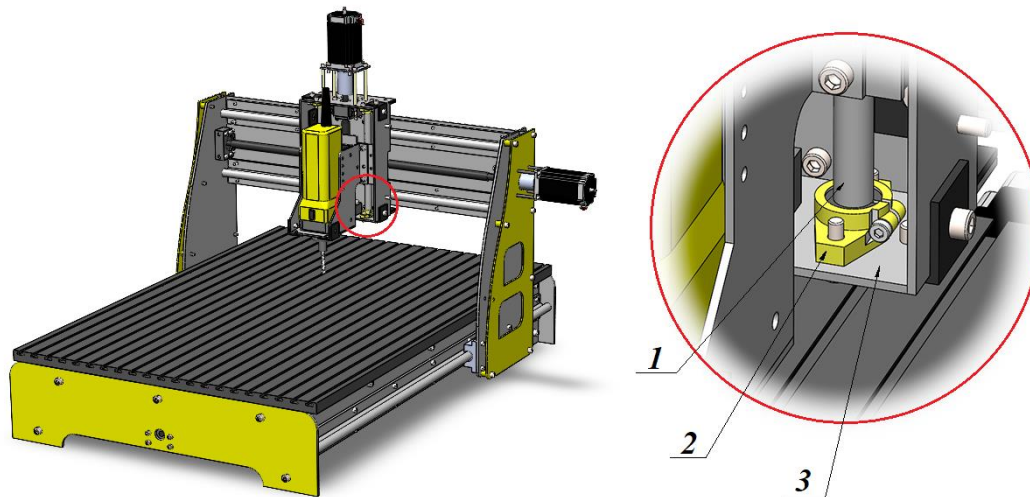


Рисунок 1 – 3D модель ЧПУ станка и рассматриваемого узла:
1 – направляющий вал, 2 – фланцевый фиксатор вала, 3 – каркас каретки

По оси Z шпиндель перемещается вдоль двух линейных направляющих валов, обозначенных на рисунке под цифрой 1. Валы неподвижно закрепляются в каретке 3 за счёт фланцевых фиксаторов 2, установленных по обе стороны валов. Такие концевые опоры вала часто применяются в общем машиностроении для надежной фиксации круглых направляющих к плоскостям ЧПУ станков.

Отдельно от общей сборки, подробнее рассмотрим возможности программы на примере модели фланцевого фиксатора. Через панель дерева конструирования, располагающейся в левой части рабочей зоны (рисунок 2), SolidWorks позволяет отслеживать и при необходимости редактировать весь процесс создания изделия на каждом его этапе.

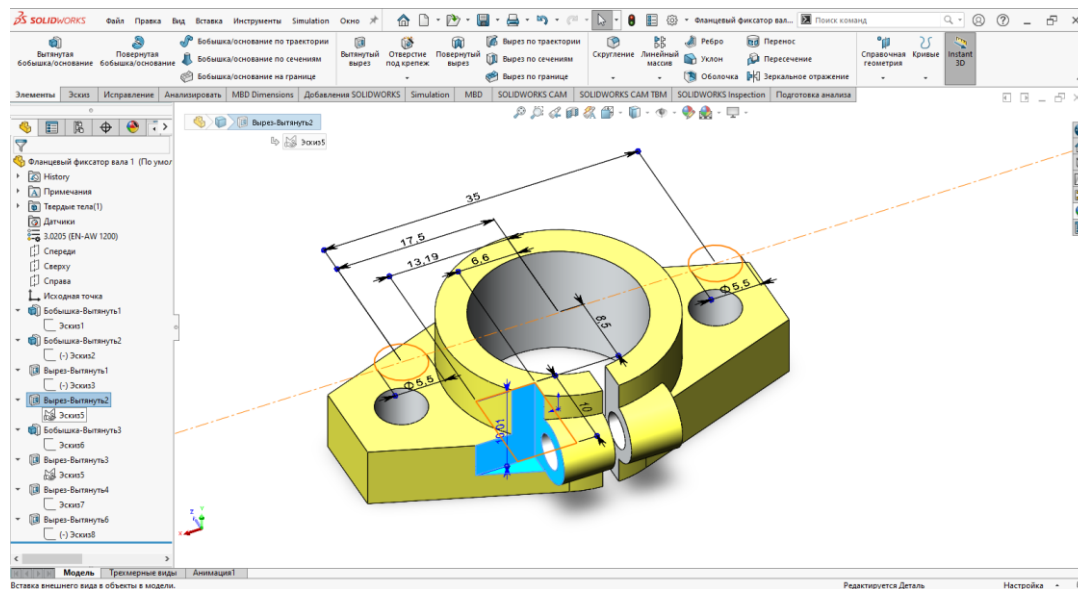


Рисунок 2 – Процесс создания трёхмерной детали

Процесс 3D моделирования выполняется с помощью эскизов. На одной из трёх основных базовых плоскостях создаётся простой эскиз будущей детали. Далее, с помощью различных операций, например, таких как выдавливание или вращение по траектории, создаётся 3D модель. При помощи данных простых операций можно быстро и удобно получать в трёхмерном виде детали любой сложности.

Также, в дальнейшем объект можно скруглить, зеркально отразить, создать необходимые тонкостенные элементы, массивы, соответствующую резьбу и выполнить остальные требуемые операции.

Здесь же, мы можем задать для детали различные механические конфигурации, например, выбрать используемый материал. В SolidWorks для удобства заложена большая база всевозможных материалов и сплавов, имеющих характеристики, советуемые различным ГОСТам.

Еще одним важным и удобным преимуществом программы является возможность автоматического создания чертежей и спецификаций по готовой трёхмерной детали или же сборке в целом (рисунок 3). При этом, все вносимые изменения в одном из документов, автоматически переносятся на другие, что обеспечивает еще более удобный, быстрый и качественный процесс конструирования изделий.

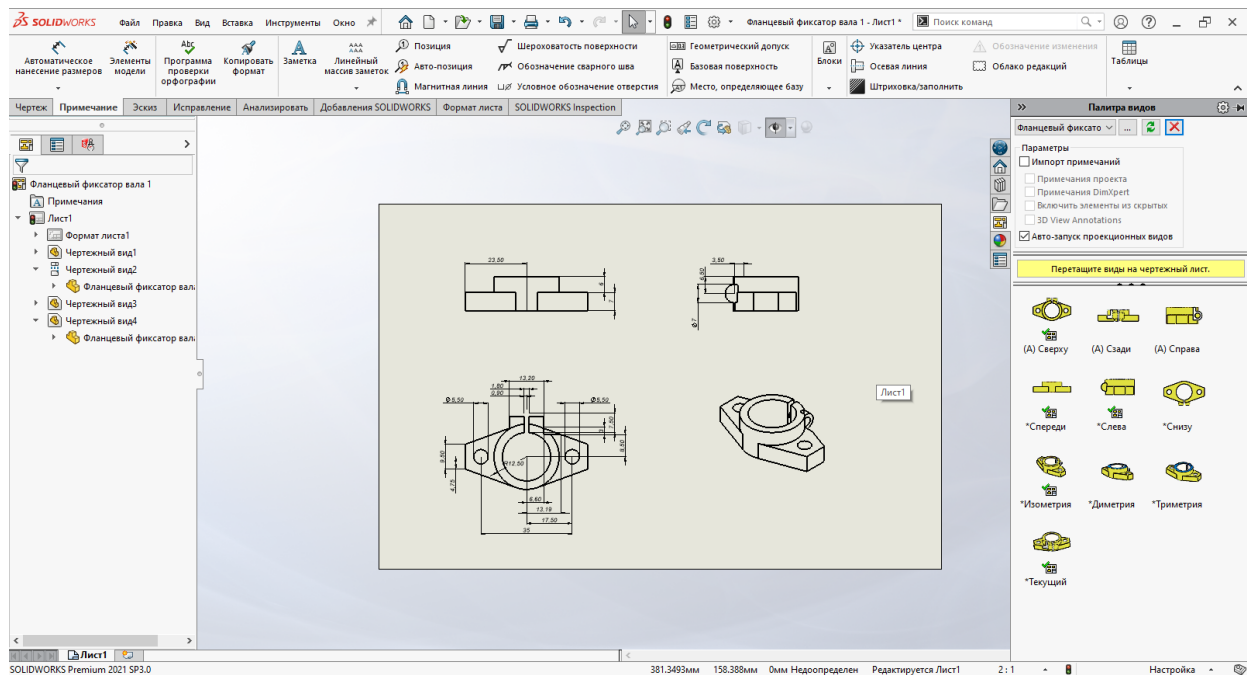


Рисунок 3 – Автоматический чертёж детали.

На этапе сборки, раскрывается ещё больший потенциал программы, включающий в себя еще большее количество технических возможностей, например, создание анимации перемещения элементов сборки или принципа работы какого-либо механизма в целом.

Сборка — это узел, состоящий из двух или более деталей, называемых также компонентами, в одном документе SolidWorks. Расположение и ориентация компонентов задается с помощью сопряжений, устанавливающих взаимосвязи между компонентами.

Операция соединения удаляет поверхности, которые входят в пространство друг друга, и создает единый твердотельный элемент.

Например, при сборке две детали свариваются, образуя неподвижное соединение. Поэтому эти детали и сварочные швы должны быть объединены в одну деталь, появляется возможность выполнять исследования на прочность в SolidWorks Simulation.

В качестве примера сборки, рассмотрим деталь фланцевого фиксатора вала в сборе со всеми его компонентами (рисунок 4).

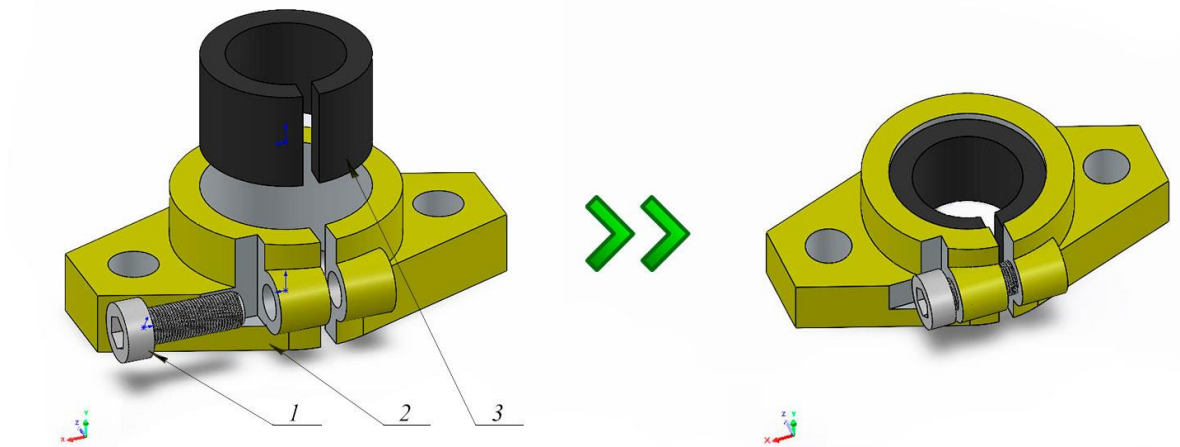


Рисунок 4 – Процесс сборки элемента:

1 – Винт, 2 – корпус фиксатора; 3 – резиновый уплотнитель

Корпус держателя, поз. 2, надёжно крепится основанием к каретке. При этом он так же выполняет функцию фиксации вала. За счёт затяжки винта 1, корпус сжимается в месте пропила, тем самым, уменьшая внутренний диаметр, в результате чего, и вал и уплотнительное кольцо 3, выполненное из плотной резины, обеспечивающей максимальное сцепление корпуса с валом для его более надёжной фиксации, надёжно зажимаются внутри корпуса концевой фиксатора.

Проведём не сложное исследование поведения данной 3D модели в условиях симуляции реальных нагрузок при помощи инструмента SolidWorks Simulations. Для этого создаём новый анализ. Задаём параметры, указывая интересные нагрузки, так же, выбираем материалы компонентов сборки и их условия соединений. После чего можем приступить к построению сетки (рисунок 5).

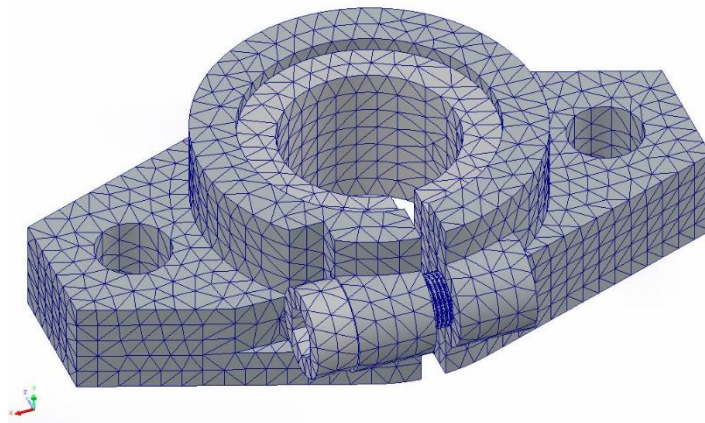


Рисунок 5 – Создание сетки

При создании сетки, программа автоматически разбивает всю поверхность исследуемого объекта на треугольные полигоны, после чего будет проводить расчёт отдельно для каждого треугольника. Следовательно, если нам требуются более точные результаты исследования, то при создании сетки требуется указывать большее количество полигонов, но это сильно нагрузит процессор и продлит время моделирования.

После создания сетки можем приступить непосредственно к результатам анализа. SolidWorks проведёт расчёт и позволит автоматически создать моментальный отчёт,

генерируемый в формате World файла, либо вручную просмотреть интересные параметры, с возможностью удобной визуализации путём создания анимации. (рис. 6, 7, 8)

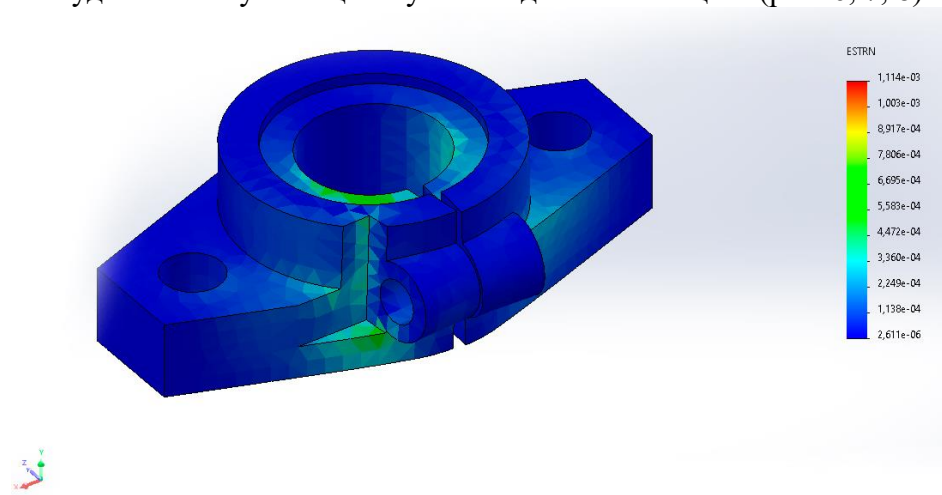


Рисунок 6 – Результаты анализа деформации

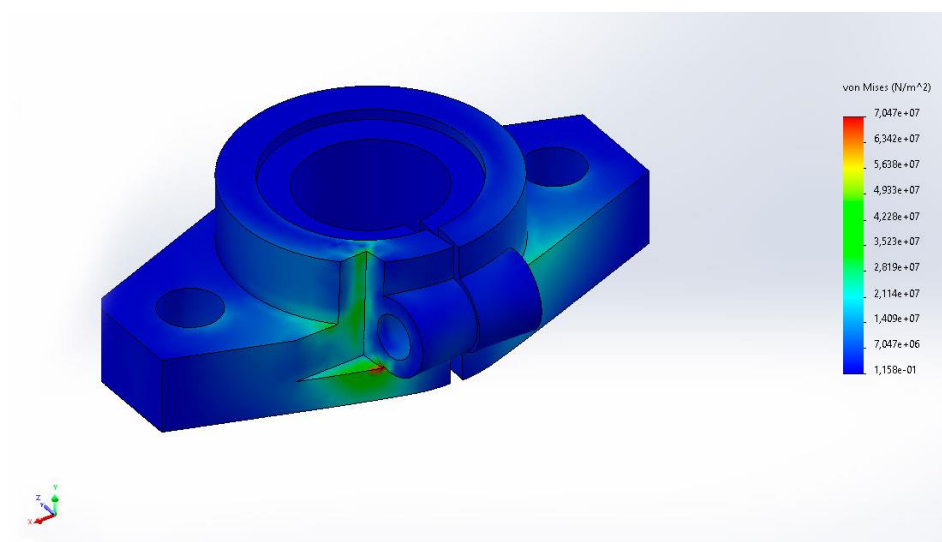


Рисунок 7 – Результаты анализа возникших напряжений

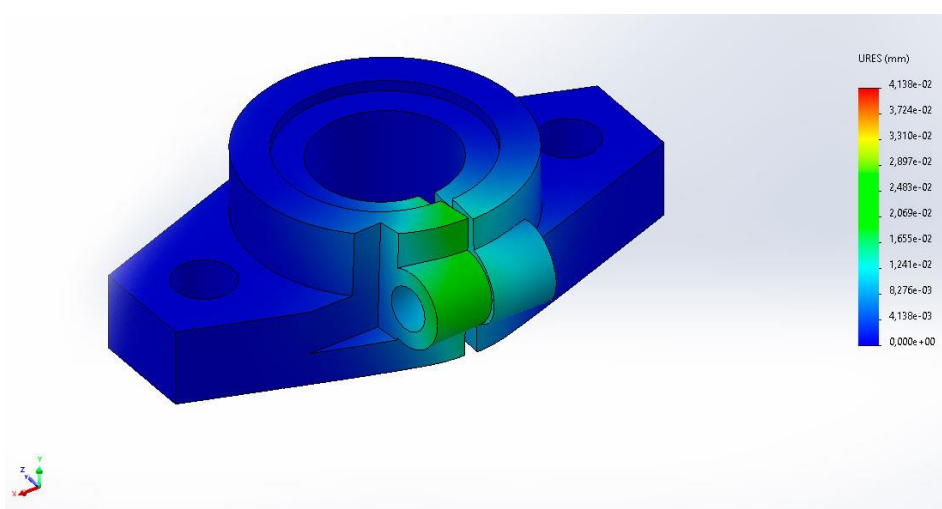


Рисунок 8 – Результаты анализа перемещения.

В результате симуляции, при помощи инфрографики, мы можем даже невооружённым взглядом видеть, как будет вести себя настоящая деталь, при соблюдении всех тех же параметров и условий, которые указывались при расчёте. Данная возможность программы

позволяет конструкторам определять различные параметры будущих изделий, такие, как например, запас прочности конструкции, а также, заранее находить и устранять потенциально опасные и слабые места в проектируемых деталях, что позволяет избежать затрат лишнего времени, материала и денег.

Предоставленные в данной статье параметры анализа и в целом, описанные возможности программы SolidWorks, являются лишь отчётом к поставленной задаче, при этом они раскрывают лишь небольшую часть её реальных возможностей.

Библиографический список

1. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.
2. Зиновьев Д.В., Основы проектирования в SOLIDWORKS 2016 / Дмитрий Зиновьев – 1-е изд. 2017. Редактор: Азанов М.И. – 276 с.
3. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / П. Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.

© Ралдугин Р. В., 2021