

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.249.05 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА» МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И
НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКА-
НИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.12.2016 г. № 4

О присуждении Рыжикову Ивану Сергеевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Эволюционные алгоритмы решения задач управления и идентификации для динамических систем» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии) принята к защите 21.10.2016 г. протокол № 2 диссертационным советом Д 212.249.05 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства образования и науки Российской Федерации (660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31, приказ от 02.11.2012 г. № 714/нк).

Соискатель Рыжиков Иван Сергеевич в 2009 году окончил с отличием бакалавриат Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева, в 2011 году с отличием окончил магистратуру Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева, в 2014 году окончил очную аспирантуру Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. Работает инженером сектора НИОКР научно-

исследовательского управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре системного анализа и исследования операций Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Семёнкин Евгений Станиславович, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, профессор кафедры системного анализа и исследования операций.

Официальные оппоненты:

Кравец Олег Яковлевич, доктор технических наук, профессор, Воронежский государственный технический университет, профессор кафедры автоматизированных и вычислительных систем;

Иванчура Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, профессор кафедры систем автоматики, автоматизированного управления и проектирования дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Национальный исследовательский Томский политехнический университет в своем положительном отзыве, подписанном Спицыным Владимиром Георгиевичем, профессором кафедры информационных систем и технологий Института кибернетики указала, что диссертация выполнена на высоком научном уровне, представляет собой целостную научно-квалификационную работу, которая имеет важное научное и практическое значение. Диссертационная работа удовлетворяет критериям ВАК

РФ, а ее автор Рыжиков И.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 21 работа, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 9 работ (статьи, материалы конференций, 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, общий объем 7.81 п.л., авторский вклад 6.56 п.л.). Научные работы посвящены вопросам решения обратных задач математического моделирования для линейных динамических систем, задач двухточечного и оптимального управления посредством применения эволюционного поиска.

Наиболее значительные из них:

1. Ryzhikov I., Semenkin E., Okhorzin V. About optimization techniques in application to symbolic-numeric optimal control seeking approach // Informatics in Control, Automation and Robotics: Proceedings of the 10th International Conference ICINCO'2013. – Vol. 1. – P. 268-275.
2. Ryzhikov I. Automatic linear differential equation identification in analytical form // Вестник СибГАУ. № 1 (53) – 2014 – С. 66-72.
3. Рыжиков И.С., Семенкин Е.С. Система нахождения релейного программного управления для динамических объектов // Программные продукты и системы. – №1(101). – 2013. – С. 167-171.
4. Ryzhikov I., Semenkin E., Panfilov I. Evolutionary optimization algorithms for differential equation parameters, initial value and order identification // Proceedings of the 13th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2016) - Volume 1, 2016 - P. 168-176.
5. Ryzhikov I., Semenkin E. Evolutionary Strategies Algorithm Based Approaches for the Linear Dynamic System Identification // Adaptive and Natural Computing Algorithms. Lecture Notes in Computer Science, Volume 7824. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2013. - P. 477-483.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Доктора физико-математических наук, Воропаевой О.Ф., старшего научного сотрудника лаборатории математического моделирования ИВТ СО РАН г. Новосибирск. Замечаний нет.

2. Кандидата технических наук, доцента Белоножко П.П., старшего научного сотрудника кафедры РК-6 Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). Отзыв с 2 замечаниями.

3. Доктора технических наук, доцента, Котова В.В., профессора кафедры Робототехники и автоматизации производства Тульского государственного университета. Отзыв с 1 замечанием.

4. Доктора технических наук, профессора Назарова А.А., заведующего кафедрой теории вероятностей и математической статистики Национального исследовательского Томского государственного университета. Отзыв с 3 замечаниями.

5. Доктора физико-математических наук, профессора Медведева А.В., профессора кафедры информационных технологий и прикладной математики Кемеровского филиала Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Отзыв с 1 замечанием.

6. Доктора физико-математических наук Хлебопроста Р.Г., начальника Международного научного центра исследования экстремальных состояний организма при «ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», г. Красноярск. Отзыв с 2 замечаниями.

Все отзывы положительные. Замечания не носят критический характер и не касаются научной новизны и практической значимости диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются специалистами в области эволюционных алгоритмов, нечетких систем, а также алгоритмов машинного обучения и анализа данных.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан алгоритм эволюционных стратегий для поиска экстремума функций типа «черного ящика», в котором были модифицированы основные операторы поиска и который был совмещен с предложенным стохастическим алгоритмом локального спуска;
- предложен подход к решению обратной задачи математического моделирования для линейных динамических систем, в котором данные измерения выхода предполагаются зашумленными, могут быть представлены неоднородной выборкой, а приближенная модель ищется в виде линейного дифференциального уравнения, для которого оцениваются порядок и коэффициенты;
- разработан оператор округления и модификации операторов поиска, которые учитывают особенности представления решения в задаче идентификации линейных динамических систем, включение которых в рассматриваемый алгоритм позволяет значительно повысить эффективность решения этой задачи;
- предложен подход к решению двухточечной задачи управления динамическим объектом с исполнительным механизмом, работающим по принципу реле или многоуровневого реле, который применим для решения терминальной задачи управления в различных постановках, в том числе, при свободном и фиксированном времени, при свободном или заданном числе точек переключений;
- разработан обобщенный алгоритм эволюционных стратегий, позволяющий впервые решать рассматриваемую задачу терминального управления в текущей постановке, который позволяет решать задачу поиска экстремума для функций с вещественными и целочисленными переменными, представляющими номинальные переменные задачи;

- разработан оператор перезапуска для предложенного алгоритма в его приложении к решению экстремальной задачи в численно-аналитическом методе оптимального управления, которым оценивается, достигнуто ли состояние стагнации или близость текущего лучшего решения к ранее определенной окрестности, в которой наблюдалась стагнация, на основании полученных оценок алгоритм перезапускается или поиск продолжается.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- подходы к решению задач идентификации и терминального управления были реализованы в виде задач нелинейного программирования, а способы представления решений позволяют решать их в общих постановках, что говорит о внесении вклада в развитие методов идентификации и управления для динамических систем;
- исследованы специфика представления решений в задачах идентификации, терминального и оптимального управления динамическими системами, на основании которых разработаны модификации эвристических алгоритмов стохастического поиска;
- разработанные алгоритмы, их модификации и операторы позволяют существенно повысить эффективность нахождения экстремума приведенных целевых функций в задачах управления и идентификации для динамических систем, таким образом, внесен вклад в развитие методов глобальной оптимизации функции типа черный ящик.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- оценены наиболее эффективные настройки модифицированного гибридного алгоритма эволюционных стратегий для решения задач идентификации линейных динамических систем, терминального управления для систем с исполнительным механизмом в виде многоуровневого или идеального реле и оптимального управления численно-аналитическим методом;

– получена приближенная математическая модель изменения концентраций продуктов реакции распада гексадекана в виде линейных дифференциальных уравнений, разработаны программные решения для задач построения приближенных математических моделей для линейных динамических систем;

– разработаны программные решения нахождения терминального управления для задачи перевода космического аппарата с одной геостационарной орбиты на другую при фиксированном или свободном времени.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования:

Результаты представленной диссертационной работы рекомендуются к использованию для решения задач исследования свойств динамических систем в окрестности некоторого рабочего режима, нахождения управления динамическими системами. Представленные алгоритмы и подходы могут быть использованы в различных исследовательских направлениях, безотносительно природы изучаемого объекта. Результаты могут найти свое применение в исследовательских центрах, занимающихся развитием технологий химической промышленности, для моделирования реакций распада. Результаты могут быть полезны в организациях, занимающихся робототехникой, поскольку приведенные задачи имеют прямое отношение к управлению и идентификации технических систем.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– защищаемые научные положения диссертационной работы основаны на непротиворечивости логических выводов и корректном применении теории системного анализа, идентификации систем, теории оптимального управления и оптимизации;

– проведенные исследования и их результаты докладывались на многих зарубежных и российских международных конференциях;

- приведенные алгоритмы и программные решения успешно применялись в работах по госбюджетным темам и проектам.

Личный вклад соискателя состоит в:

- личном участии соискателя на всех этапах выполненных исследований;
- формализации задач терминального управления и идентификации для динамических систем и приведении данных задач к задачам нелинейного программирования, определении допустимого множества альтернатив;
- проведении анализа представлений решений для задач идентификации, терминального управления и оптимального управления;
- разработке специальных операторов, ориентированных на решение рассматриваемых задач, и модификаций основных операторов поиска алгоритма эволюционных стратегий, учитывающих особенности представления решений приведенных задач оптимизации;
- формировании набора тестовых задач идентификации, терминального и оптимального управления;
- разработке программных систем решения задачи идентификации и управления при различных постановках рассматриваемых задач;
- подготовке докладов для выступления на различных конференциях, публикаций статей и тезисов в российских и зарубежных научных изданиях.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация Рыжикова Ивана Сергеевича «Эволюционные алгоритмы решения задач управления и идентификации для динамических систем» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки по повышению эффективности алгоритма эволюционных стратегий для нахождения решения обратной задачи математического моделирования, терминального управления и оптимального управления для динамических систем, что имеет существенное

значение для развития теории управления и идентификации сложных систем. Диссертация соответствует критериям п. 9, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 23 декабря 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Рыжикову И. С. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек из них 8 докторов наук по специальности 05.13.01, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Антамошкин
Александр Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Панфилов
Илья Александрович

30.12.2016

