

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25.09.2020 № 15

О присуждении Попкову Сергею Игоревичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование поведения вероятностных многоагентных систем с децентрализованной архитектурой» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «10» февраля 2020 года, протокол № 10, диссертационным советом Д 212.125.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказы Минобрнауки РФ: о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012, об изменении состава диссертационного совета № 628/нк от 07.10.2013, 574/нк от 15.10.2014, № 1339/нк от 29.10.2015, № 710/нк от 21.06.2016, № 1403/нк от 01.11.2016, № 1017/нк от 20.10.2017, № 272/нк от 27.03.2019.

Соискатель Попков Сергей Игоревич, 1989 года рождения, в 2015 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет» по специальности «Прикладная информатика». В период подготовки диссертации Попков С. И. обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет» по программам подготовки научно-

педагогических кадров в системе послевузовского профессионального образования по научной специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)», успешно пройдя необходимые экзамены по научной специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» с 01.10.2015 г. по 22.10.2019 г. Соискатель с января по сентябрь 2020 года работал инженером кафедры 804 (МАИ). С августа 2015 года по настоящее время работает заведующим лабораторией в ФГБОУ ВО «МГППУ».

Диссертация выполнена на кафедре «Кафедра прикладной информатики и мультимедийных технологий» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – Куравский Лев Семенович, д.т.н., профессор, декан факультета Информационные технологии, заведующий кафедрой прикладной информатики и мультимедийных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный психолого-педагогический университет».

Официальные оппоненты:

1. Колбин Илья Сергеевич, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник ФИЦ «Информатика и управление» РАН;
2. Чечкин Александр Витальевич, доктор физико-математических наук, профессор ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации».

Оппоненты дали положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша» Российской академии наук».

В положительном отзыве ведущей организации указано, что диссертационная работа представляет собой завершённую и целостную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком научном уровне.

Полученные в работе результаты новы и представляют как теоретический, так и практический интерес.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзыв на диссертацию официального оппонента, д.ф.-м.н., проф. Чечкина Александра Витальевича.

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. В работе нет явного описания цилиндрической системы координат для театра боевых действий агентов, хотя в тексте диссертации можно найти учет трехмерного поведения агентов в театре действий.
2. Предложенная вероятностная модель поведения многоагентной системы не описывает в явном виде взаимодействия агентов между собой. В модели также нет обсуждения случая наличия нескольких целей.
3. В диссертации имеются некоторые стилистические замечания, неточности и опiski. Например, термин «критерий» постоянно используется в смысле термина «показатель», что неверно. Так на стр.102 имеем текст - «... критерий эффективности увеличивается с 10,84 до 13,69...» или на стр. 103 - «...среднее значение критерия...» и др. В работе на стр. 30 и 38 случайный марковский процесс поведения вероятностной многоагентной системы, т.е. бой группы беспилотников, назван эволюцией многоагентной системы. Применение термина «эволюция» в этом случае представляется спорным. В заголовке главы 6 имеем «Применение и разработка тренажера для...» правильнее было бы переставить местами первые слова - «Разработка и применение тренажера для...». На стр. 33 вводится состояние C_k как поражение цели со стороны k -го агента, а рядом на стр. 34 вводится такое же обозначение C_k как состояние перехода k -го агента в одну из смежных ячеек театра действий. В работе главы явно не выделены и не пронумерованы. При этом общее число глав в диссертации, равное 6, вполне можно уменьшить до привычных трех или четырех для

кандидатских диссертаций. Например, вполне можно было главы 2 и 3, а также 4 и 5 объединить. Имеются и другие редакторские замечания.

Отзыв на диссертацию официального оппонента, к.ф.-м.н. Колбина Ильи Сергеевича.

Отзыв положительный. Замечания по диссертационной работе:

1. Во второй главе показана структура связей между состояниями случайного процесса, представляющего перемещение агентов по игровому полю (стр. 29), по тексту непонятно, почему отсутствуют связи через центр.

2. При описании «карт осуществимостей и уязвимостей» указывается, что они пересчитываются на каждом такте, отслеживая перемещение цели, что позволяет учитывать ее движение по игровому полю: требуется уточнение, какое игровое поле имеется в виду, представленное на рис. 1? Какие уравнения описывают перемещение цели по игровому полю?

3. В диссертации не исследованы отечественные аналоги разрабатываемой системы.

4. Замечания к оформлению работы: отсутствуют номера глав и формул, что несколько затрудняет восприятие работы.

Отзыв на диссертацию ведущей организации.

Ведущая организация дала положительный отзыв на диссертацию. Отзыв подписан доцентом Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша» Российской академии наук», доктором физико-математических наук Орловым Юрием Николаевичем. Отзыв утвержден Врио директора Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша» Российской академии наук», доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Аптекаревым Александром Ивановичем. Замечания по диссертации:

- 1) практически не представлено описание front-end и back-end реализаций программного комплекса;
- 2) тренажер не позволяет переназначить «горячие клавиши» пользователям;

- 3) недостаточно внимания уделено отечественным решениям в области моделирования многоагентных систем.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов.

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, доцентом, заведующим кафедрой Программирования и информационных технологий ФГБОУ ВО «ВГУ» Махортовым Сергеем Дмитриевичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

- 1) в обзорной части не упомянуты работы зарубежных авторов;
- 2) на с. 3 говорится о необходимости разработки численных методов, учитывающих требования к современным шаблонам проектирования программ. Данное положение спорно, поскольку ставит теорию в зависимость от стиля ее программной реализации;
- 3) в тексте имеются некоторые опечатки.

2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

Отзыв подписан доктором физико-математических наук, профессором кафедры математического анализа механико-механического факультета ФГБОУ ВО «МГУ им. М. В. Ломоносова», почетным работником сферы образования Российской Федерации Захаровым Валерием Константиновичем. Отзыв положительный. Замечание к автореферату:

- 1) отсутствие детального структурного анализа компонентов, используемых в разработанном программном комплексе.

3. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева».

Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Электроника и сети ЭВМ» ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р. Е. Алексеева»

Миловым Владимиром Ростиславовичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

- 1) отсутствие результатов моделирования, например, зависимости вероятности победы агентов от их количества, а также характеристик взаимного поражения агентов и цели;
- 2) весьма ограниченные возможности учета тактики групповых действий, что, в частности, проявляется в предположении независимости событий поражения цели отдельными агентами при коллективной атаке.

**4. Федеральное государственное унитарное предприятие
Государственный научный центр «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем».**

Отзыв подписан доктором технических наук, начальником аналитического центра поддержки программ развития авиационной техники ФГУП «ГосНИИАС» Зыбиным Евгением Юрьевичем. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

- 1) недостаточно подробно описаны исследования и полученные результаты других отечественных авторов в сфере моделирования многоагентных систем и управления ими;
- 2) не приведены сведения об оценке предложенных автором решений по сравнению с другими известными решениями, а также рекомендации по использованию научных выводов диссертации.

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Электроники и биомедицинских технологий» ФГБОУ ВО «УГАТУ» Сергеем Владимировичем Жернаковым. Отзыв положительный. Замечания к автореферату:

- 1) отсутствует сравнительный анализ количественных и качественных характеристик разработанного автором алгоритмического и

программного обеспечения с отечественными и зарубежными аналогами;

- 2) автор не приводит аналитического исследования сходимости разработанных им алгоритмов, ограничиваясь экспериментальной проверкой корректности их реализации.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области тем, затрагиваемых в диссертационном исследовании.

Официальный оппонент, д.ф.-м.н., Чечкин Александр Витальевич работает профессором в ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации». Область научных интересов – интеллектуальные системы и их моделирование, теория ультрасистем. Автор более 83 научных трудов, 43 статьи в российских журналах из перечня ВАК, 6 в изданиях за рубежом.

Официальный оппонент, к.ф.-м.н., Колбин Илья Сергеевич – сотрудник ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва. Область научных интересов – математическая физика и математическое моделирование с применением нормализованных радиально-базисных сетей. Автор более 6 научных трудов, 4 статьи в российских журналах из перечня ВАК, 1 в изданиях за рубежом.

Выбор ведущей организации – Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша» Российской академии наук» – обусловлен широким кругом проводимых фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области математического моделирования, а также высокопроизводительных и распределенных вычислений.

Соискатель имеет 12 опубликованных научных работ по теме диссертации, из которых 7 работ опубликованы в изданиях из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий (в том числе 2 работы опубликованы в журналах, реферируемых в международных базах Scopus и Web of Science). Зарегистрирована 1 программа для ЭВМ.

Содержание данных работ в полной мере отражает содержание диссертационной работы, в которой отсутствуют некорректные и недостоверные ссылки.

Научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Куравский Л.С., Попков С.И. Вероятностная модель поведения прикладной многоагентной системы. – *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*, № 9, 2016, с. 22-34.
2. Попков С.И. Программная реализация вероятностной модели поведения прикладной многоагентной системы. – *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*, № 9, 2016, с. 35-44.
3. Попков С.И. Метод внешней оптимизации для идентификации марковских процессов. – *Информационные технологии*, № 10, 2018, с. 633-641.
4. Попков С.И. Программная реализация межъязыкового взаимодействия на базе динамических библиотек. – *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*, № 3, 2018, с. 39-49.
5. Попков С.И. Применение и разработка тренажера для автоматизированных беспилотных летательных аппаратов и робототехнических комплексов на базе вероятностной модели поведения прикладной многоагентной системы. – *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*, № 5, 2019, с. 5-17.
6. Kuravsky L.S., Popkov S.I. and Artemenkov S.L. An applied multi-agent system within the framework of a player-centered probabilistic computer game. - *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, Vol. 9, No. 1 (2018), 17 pp, DOI: 10.1142/S1793962317500635 [SCOPUS].
7. Kuravsky L.S., Popkov S.I. Forecasting macro parameters representing the behavior of an applied multi-agent system. - *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 2018, Vol. 9, No. 6 (2018), 15 pp, DOI: 10.1142/S1793962318500526 [SCOPUS].
8. Kuravsky L.S., Popkov S.I. and Artemenkov S.L. Applied multi-agent system to study behavior of operators of complex technical systems. – In: *Proc. First World Congress on Condition Monitoring 2017 (WCCM 2017) The International Society for Condition Monitoring (ISCM), British Institute of Non-Destructive Testing (BINDT). 2017* [SCOPUS].

9. Kuravsky L.S., Popkov S.I. Forecasting behavior of a stochastic multi-agent system. - In: Proc. 15th International Conference on Condition Monitoring & Machinery Failure Prevention Technologies, Nottingham, UK, September 2018 [SCOPUS].
10. Попков С.И. Программная реализация вероятностной модели поведения прикладной многоагентной системы (тезисы). XV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». МГППУ, 2017. – 2 с.
11. Куравский Л.С., Попков С.И. Представление общих закономерностей поведения многоагентной системы с помощью ее макропараметров (тезисы). XVI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». МГППУ, 2018. – 4 с.
12. Попков С.И., Куравский Л.С. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017618950 "Программа для моделирования стохастического поведения прикладной многоагентной системы (St#MAS)" /Правообладатели Попков С.И., Куравский Л.С. (Россия). — Заявка №2017615896; Заяв. 20.06.2017; Зарегистр. 11.08.2017.—(РОСПАТЕНТ).

Диссертационный совет отмечает, что в выполненном диссертационном исследовании получены следующие **новые научные результаты**:

- математическая модель и алгоритм поведения прикладной многоагентной системы исследуемого класса в реальном времени;
- математическая модель и метод прогнозирования, обеспечивающие оперативную оценку ресурсов, необходимых для решения задачи, на основе количественных критериев;
- адаптивный численный метод идентификации параметров модели прикладной многоагентной системы;
- комплексы программ для прогнозирования поведения прикладной многоагентной системы и оценки уровня подготовки и адаптивного обучения её операторов.

Теоретическая значимость исследования определяется необходимостью создания и обоснования новых подходов к решению задачи группового управления многоагентными системами, обеспечивающих прогнозирование

моделируемой ситуации и принятие решений на основе количественных критериев, а также оценку уровня подготовки и обучение операторов, работающих с этими системами.

Практическая значимость работы заключается в возможности:

- создания на основе разработанных математических моделей и алгоритмов прикладных многоагентных систем с полностью или частично автоматизированным групповым управлением в реальном времени;
- вычисления на основе разработанных методов прогнозирования лицом, принимающим решения, оценок ресурсов, необходимых для решения поставленной задачи;
- оценок уровня подготовки и адаптивного обучения на специализированных тренажёрах операторов многоагентных систем с использованием созданных комплексов программ. В соавторстве с Куравским Л. С. разработан и зарегистрирован соответствующий программный комплекс.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью применения математического аппарата, а также результатами многочисленных вычислительных экспериментов, и подтверждается:

- оценками военных экспертов Всероссийского конкурса Министерства обороны РФ 2018 года по поиску в интересах Вооруженных Сил Российской Федерации научно-исследовательских работ граждан Российской Федерации,
- оценками экспертов Всероссийского межотраслевого молодёжного конкурса научно-технических работ и проектов «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики»,
- сопоставлением результатов имитационного моделирования с эмпирическими данными,
- вычислительными экспериментами, подтвердившими эффективность разработанного численного метода идентификации параметров прикладной многоагентной системы.

Личный вклад. Все положения диссертации, выносимые на защиту, получены автором самостоятельно.

Диссертационный совет считает, что диссертационная работа Попкова Сергея Игоревича является самостоятельно выполненной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой получены важные результаты в области разработки математических моделей, алгоритмов решения задач оптимизации, вычислительных алгоритмов и программных комплексов. **Диссертация удовлетворяет пункту 9 постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней».**

На заседании 25 сентября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Попкову С. И. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 26 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 26, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета
Д 212.125.04, д.ф.-м.н., доцент

А. В. Наумов

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.

В. А. Рассказова



25 сентября 2020 г.

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.04

Соискатель: Попков Сергей Игоревич

Тема диссертации: Моделирование поведения вероятностных многоагентных систем с децентрализованной архитектурой

Специальность: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Решение диссертационного совета по результатам защиты: На заседании 25 сентября 2020 года (протокол № 15) диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Попкова С. И. «Моделирование поведения вероятностных многоагентных систем с децентрализованной архитектурой» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Попкову Сергею Игоревичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: Наумов А. В. – *председатель*, Кибзун А. И. – *зам. председателя*, Рассказова В. А. – *ученый секретарь*, а также члены диссертационного совета: Бардин Б. С., Битюков Ю. И., Борисов А. В., Бортаковский А. С., Босов А. В., Грумондз В. Т., Денисова И. П., Кан Ю. С., Колесник С. А., Короткова Т. И., Котельников М. В., Красильников П. С., Красинский А. Я., Кузнецов Е. Б., Куравский Л. С., Пантелеев А. В., Ревизников Д. Л., Семенихин К. В., Сеницин В. И., Сиротин А. Н., Формалев В. Ф., Хрусталев М. М., Ципенко А. В.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.04, к.ф.-м.н.

В. А. Рассказова

В. А. Рассказова

