

Заключение диссертационного совета 24.2.312.08, созданного
на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации
на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27.06.2025г. №3

О присуждении Антоновой Полине Валерьевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы моделирования систем массового обслуживания с ограниченным временем пребывания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 21.04.2025г. протокол заседания №2, диссертационным советом 24.2.312.08, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68, совет утверждён приказом Минобрнауки России № 850/нк от 12.07.2022 г.

Соискатель, Антонова Полина Валерьевна, 5 сентября 1992 года рождения.

В 2016 году окончила ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» программу бакалавриата по направлению подготовки 01.03.01 «Математика», в 2018 году – программу магистратуры по направлению подготовки 01.04.01 «Математика».

В период подготовки диссертации Антонова П. В. работала на кафедре интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами ФГБОУ ВО «КНИТУ» в должности старшего преподавателя. С 2020 года по 2021 год прикреплена к кафедре интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами ФГБОУ ВО «КНИТУ» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2023 году Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

В настоящее время работает в отделении Национального банка Республики Татарстан Волго-Вятского ГУ Банка России в должности главного эксперта инновационной лаборатории «Казань».

Диссертация выполнена на кафедре интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Титовцев Антон Сергеевич, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами, профессор.

Официальные оппоненты:

Моисеева Светлана Петровна, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики;

Тарасов Вениамин Николаевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», заведующий кафедрой программного обеспечения и управления в технических системах, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления Шлеймовичем Михаилом Петровичем, указала, что диссертационная работа Антоновой П. В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена нетривиальная научная задача комплексного исследования систем массового обслуживания с ограниченным временем пребывания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга, связанная с разработкой математических моделей, методов, алгоритмов и комплекса программ, позволяющих определить граничные значения числа фаз обслуживания, соответствующее стабильному режиму работы системы, при котором обеспечивается требуемое качество обслуживания, что имеет существенное значение для развития страны, а ее автор - Антонова Полина Валерьевна – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, все по теме диссертации, с авторским вкладом 3,13 п.л., из них в рецензируемых научных журналах и изданиях – 5 работ, 2 свидетельства о регистрации электронных ресурсов.

В них содержатся основные результаты исследования – новая математическая

модель системы массового обслуживания смешанного типа, новый метод исследования систем массового обслуживания с эрланговски распределенным временем обслуживания, имитационная модель систем массового обслуживания смешанного типа, а также метамодель, комплекс специализированных программных средств для решения задач по расчету ключевых характеристик систем массового обслуживания и оценки её эффективности.

Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Антонова, П.В. Разработка метамодели системы массового обслуживания с использованием ансамблевых методов машинного обучения / П. В. Антонова, Р. М. Гиздатуллин, А. С. Титовцев, М. В. Казаков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2025. – № 2. – С. 18–21. – 0,46 п. л./0,25 п. л.

2. Антонова, П. В. Разработка многоканальной системы массового обслуживания с ограниченной очередью с применением параллельной библиотеки платформы .NET / П. В. Антонова // Computational Nanotechnology. – 2023. – Т. 10. – № 3. – С. 44–50. – 0,44 п. л.

3. Антонова, П. В. Численное исследование стабильных режимов работы систем массового обслуживания с ограниченным средним временем пребывания заявки в системе и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга / П. В. Антонова, А. С. Титовцев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2021. – № 8. – С. 83–85. – 0,29 п. л./0,19 п. л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: д.т.н., профессора, профессора Высшей школы технологий искусственного интеллекта ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» Большакова А. А.; д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры теории вероятностей и кибербезопасности ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы» Гайдамаки Ю. В.; д.ф.-м.н., профессора, профессора кафедры программной инженерии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Елизарова А. М.; д.т.н., профессора, заведующего кафедрой телекоммуникационных технологий и сетей ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» Смагина А. А. Все отзывы положительные.

В отзывах отмечено, что работа выполнена на актуальную тему, содержит новые научные подходы к исследованию немарковских моделей систем массового обслуживания с ограниченным временем пребывания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга. Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в том, что в ней приведена новая разновидность моделей систем массового обслуживания с эрланговски распределенным временем обслуживания и ограниченным ожиданием в очереди, актуальная для ряда предметных областей; также проведена математическая формализация стационарных и нестационарных

онарных характеристик данной систем массового обслуживания; разработан новый метод исследования подобных систем массового обслуживания, основанный на вычислении граничных значений числа фаз обслуживания, соответствующих стабильному режиму работы системы; применены ансамблевые методы машинного обучения. Практическая ценность работы заключается в том, что полученные результаты применимы в различных предметных областях, таких как транспортные и телекоммуникационные системы, производство, логистика, сфера обслуживания и др.

В качестве замечаний отмечено: из приведенной формулировки объекта исследования (стр. 3) можно опустить фразу о проблемах, которые возникают «в данных областях», т.к. они не имеют прямого отношения к объекту исследования; предметом исследования, по-видимому, являются не «вопросы изучения», а методы, алгоритмы и математические модели одноканальных систем массового обслуживания смешанного типа со временем обслуживания, распределенного по закону Эрланга (стр. 3); цель лучше связать с повышением эффективности функционирования производственных и других структур на основе использования предложенного комплекса инструментов для анализа характеристик систем массового обслуживания с ограничениями на время пребывания заявки в очереди, где время обслуживания подчиняется закону Эрланга. Для этого также необходимо сформулировать количественные показатели эффективности и результативности. Причем в автореферате отсутствует информация о полученном или ожидаемом эффекте применения этого комплекса (стр. 6) в ООО «Систематика Консалтинг» (г. Москва), в ООО «НПО ЛАБС» (г. Санкт-Петербург) (д.т.н. Большаков А. А.); рекомендуется расширить обзор, выполненный в главе 1, упоминанием результатов российских и зарубежных учёных в области матрично-аналитических методов исследования систем массового обслуживания, в частности, упущены ссылки на результаты научной школы проф. В. М. Вишневого и проф. А. Н. Дудина по коррелированным потокам и научной школы проф. Г. П. Башарина и проф. В. А. Наумова по матрично-геометрическим решениям для систем массового обслуживания фазового типа; неясной остается трудоемкость формирования обучающей выборки для близких к реальности диапазонов значений параметров систем массового обслуживания; в дальнейшем современные сети глубокого обучения могут быть применены для решения задачи оптимизации числа фаз, обеспечивающих заданный уровень качества обслуживания; в автореферате следовало бы больше внимания уделить численным результатам, приведенным в главе 3; в автореферате есть несущественные огрехи оформления и стиля – сбои шрифтов (напр., на стр. 9 для «i», «j», «k», «t», следовало в тексте и на рисунках использовать курсив), использование «количество» вместо «число» для конкретных существительных и т.п. (д.ф.-м.н. Гайдамака Ю. В.); в первом разделе автореферата, где дана общая характеристика работы, без единой ссылки перечислены подходы и результаты большого количества исследователей, работавших в рассматриваемом научном направлении, эти подходы и результаты не являются общеиз-

вестными, а ссылки во многом облегчили бы читателю вхождение в тематику и понимание оценочных утверждений диссертанта (д.ф.-м.н. Елизаров А. М.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и тем, что они являются ведущими специалистами в области научных исследований по математическому моделированию информационных систем, включая системы с очередями, а также наличием профильных научных публикаций в рецензируемых изданиях. Моисеева Светлана Петровна эксперт в области теории массового обслуживания. Под руководством Моисеевой С. П. защищены 3 кандидатских диссертации. Она опубликовала 2 монографии, 4 методических пособия, более ста научных работ, которые входят в БД РИНЦ и Scopus. Моисеева С. П. постоянный член оргкомитетов Международной конференции «Информационные технологии и математическое моделирование» им. А. Ф. Терпугова и Всероссийской конференции «Научное творчество молодежи». Под руководством Тарасова В. Н. защищены 7 кандидатских и 1 докторская диссертации. Подготовил 2 монографии, 5 учебных пособий с грифом Минобразования, написал свыше 200 научных и научно-методических работ. С 2008 по 2013 гг. являлся членом экспертного совета ВАК РФ по управлению, вычислительной технике и информатике. С 2012 г. Почетный работник высшего профессионального образования РФ.

Ведущая организация широко известна своими исследованиями в области математического и имитационного моделирования сложных систем, включая системы с очередями.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» входит в: число участников программы «Приоритет 2030», «Передовая инженерная школа», Ассоциацию технических университетов (Technical Universities Association), Ассоциацию технических университетов России и Китая (АТУРК), Консорциум аэрокосмических вузов России, Альянс университетов нового Шелкового пути; а также является участником Европейской Ассоциации Аэрокосмических Университетов PEGASUS. На базе сложившихся научных школ вуза утверждены стратегические направления научных исследований университета на период до 2030 года, в числе которых проекты, несущие вклад в научно-технологическое развитие Российской Федерации для обеспечения роста конкурентоспособности промышленности.

Исследования, близкие к тематике диссертации, отражены в публикациях ученых ведущей организации (д.т.н. Галимов Ф. М., к.т.н. Шлеймович М. П., к.т.н. Мокшин В. В. и р.) в ведущих российских изданиях, таких как «Вестник технологического университета», «Прикладная информатика», «Вестник НЦБЖД», «International Journal of Open Information Technologies» и др.

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные научные результаты исследований, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

– разработана математическая модель системы массового обслуживания, отличающаяся от известных моделей сочетанием свойств системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и системы массового обслуживания со временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга, применимая в широком спектре предметных областей;

– предложен метод исследования математических моделей системы массового обслуживания со временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга, позволивший разработать комплекс программ, реализующий численный анализ математических моделей;

– доказаны основные закономерности функционирования систем массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга при изменении интенсивности входного потока заявок, числа фаз обслуживания, а также ограничений по времени ожидания заявки в очереди;

– доказана эффективность предложенного метода исследования математических моделей систем массового обслуживания, позволяющего определить число обслуживающих фаз, которое требуется для обеспечения заданного качества обслуживания.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– изложены основные положения, методы построения математических моделей системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга, алгоритмы имитационного вычислительного эксперимента;

– изучены причинно-следственные связи в системах массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга;

– доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений о режимах функционирования систем массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга;

– проведена модернизация методов моделирования систем массового обслуживания для анализа особенностей поведения систем массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга, путем использования ансамблевых методов машинного обучения, позволяющих существенно упростить процедуру моделирования подобных систем;

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

– разработаны и внедрены методики улучшения организации обслуживания в ООО «Систематика Консалтинг» (г. Москва) при разработке системы технического

сопровождения, администрирования, сервисной поддержки и эксплуатации программно-технических средств и информационных ресурсов Федеральной государственной информационной системы территориального планирования (ФГИС ТП); в ООО «НПО ЛАБС» (г. Санкт-Петербург) при разработке программно-аппаратного решения для мониторинга и оптимизации производственных процессов, а также в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров ФГБОУ ВО «КНИТУ»;

- определены перспективы применения предложенных в диссертации положений и методов для разработки и решения прикладных задач в различных предметных областях, имеющих отношение к оптимальному управлению систем массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга;

- создан комплекс программ для исследования поведения характеристик систем массового обслуживания с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга, позволяющий по математической модели определить граничные значения числа обслуживающих фаз, соответствующего стабильному режиму работы системы массового обслуживания на плоскости параметров задачи;

- представлены рекомендации для повышения качества применения систем массового обслуживания в областях, где имеют место проблемы, связанные с обслуживанием потоков различного рода требований случайного характера – в логистике, в области систем связи, в телекоммуникационных, транспортных системах и других.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы теории вероятностей, теории случайных процессов, методы имитационного моделирования систем с очередями, а также ансамблевые методы машинного обучения;

- теория построена на известных и апробированных методах теории вероятностей и теории случайных процессов. Достоверность полученных результатов диссертации подтверждается положительными результатами их практического внедрения в деятельности ООО «Систематика Консалтинг», ООО «НПО ЛАБС»;

- идея базируется на анализе современного состояния прикладной теории массового обслуживания и математического моделирования систем массового обслуживания смешанного типа с ограничениями по времени ожидания заявки в очереди.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах исследовательской работы: в разработке математической модели системы массового обслуживания, предложенного метода исследования подобных систем и получении ряда численных результатов, разработке комплекса программ, проведении вычислительных экспериментов, а также в написании научных статей и выступлениях с научными докладами.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель Антонова П. В. дала исчерпывающие ответы на все заданные в ходе заседания вопросы.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.

Диссертационный совет рекомендует направить результаты диссертационного исследования Антоновой П. В. в Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан, промышленным предприятиям Российской Федерации.

Диссертационным советом сделан вывод, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой и соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., в действующей редакции).

На заседании 27 июня 2025 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи комплексного исследования систем массового обслуживания смешанного типа с ограниченным временем ожидания заявки в очереди и временем обслуживания, распределенным по закону Эрланга, связанной с разработкой математических моделей, методов, алгоритмов и комплекса программ, позволяющей обеспечить стабильный режим и качество работы систем, что имеет существенное значение для развития страны, присудить Антоновой Полине Валерьевне ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Алексей Иванович
Шинкевич

Светлана Сергеевна
Кудрявцева

27.06.2025г.