

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ПДС 0200.006
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМ. ПАТРИСА
ЛУМУМБЫ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17.11.2023, протокол № 25

О присуждении Полуэктову Дмитрию Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Построение и анализ вероятностных моделей граничных многопользовательских систем и разделения ресурсов беспроводных сетей» по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика в виде рукописи принята к защите 22 сентября 2023 года, протокол №21 диссертационным советом ПДС 0200.006 Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6.; приказ от 24 октября 2022 года № 599).

Соискатель Полуэктов Дмитрий Сергеевич 1993 года рождения, в 2018 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

С 22 сентября 2018 по 3 августа 2022 гг. обучался в аспирантуре по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», соответствующему научной специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика, по которой подготовлена диссертация. С 15.05.2023 по 14.12.2023 гг. прикреплен для подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по специальности Теоретическая информатика, кибернетика по кафедре прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук РУДН.

С 2022 года по настоящее время работает в дирекции по цифровизации РУДН в должности программиста. С 2019 года по настоящее время работает по совместительству в Лаборатории управления инфокоммуникациями кафедры Прикладной информатики и теории вероятностей в должности инженера УВП.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной информатики и теории

вероятностей факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Самуйлов Константин Евгеньевич, заведующий кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук РУДН.

Официальные оппоненты:

– **Моисеев Александр Николаевич**, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессор, кафедрой программной инженерии Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»,

– **Степанов Сергей Николаевич**, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (05.25.01 – Теоретические основы информатики, 05.12.14 – Сети, узлы связи и распределение информации), заведующий кафедрой сетей связи и систем коммутации Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики»,

– **Горбунова Анастасия Владимировна**, гражданка Российской Федерации, кандидат физико-математических наук (05.13.17 – Теоретические основы информатики), старший научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук», дали положительные отзывы о диссертации.

В заключениях отзывов оппонентов указано, что диссертационная работа соответствует требованиям п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН 23.09.2019г., протокол №12, а ее автор, Полуэктов Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ученой кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации, из них 1 работа, опубликованная в рецензируемом научном издании, рекомендованном «Перечнем РУДН», 7 в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных «Scopus»/«Web of Science».

Общий объем работ 7.25 п.л. Авторский вклад 81%.

Наиболее значимые публикации:

1. On the Performance of LoRaWAN in Smart City: End-Device Design and Communication Coverage / D. Poluektov, M. Polovov, P. Kharin [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2019. – Vol. 11965 LNCS. – P. 15-29. – (Scopus)

2. Mobile Edge Computing for Video Application Migration / S. Manariyo, D. Poluektov, A. Khakimov [et al.] // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems, Vol. 11660. – St. Petersburg, Russia: Springer Verlag, 2019. – P. 562-571. – (Scopus)

3. Analytical model for software defined network considering memory node for routing rules / E. Mokrov, D. Poluektov, E. Machnev [et al.] // Lecture Notes in Computer Science. – 2020. – Vol. 12526 LNCS. – P. 39-55. – (Scopus)

4. Prototyping 5G Network in Laboratory Testbed with Virtual Deployment Environment / A. Khakimov, D. Poluektov, E. Mokrov [et al.] // 3rd International Science and Technology Conference "Modern Network Technologies 2020", MoNeTeC 2020 – Moscow, 2020. – P. 9258142. – (Scopus)

5. Edge computing resource allocation orchestration system for autonomous vehicles / A. Khakimov, D. Poluektov, I. Ibodullokhodzha [et al.] // ACM International Conference Proceeding Series: 4 – St. Petersburg, 2020. – P. 3442594. – (Scopus)

6. Evaluating the quality of experience performance metric for UAV-based networks / A. Khakimov, E. Mokrov, D. Poluektov [et al.] // Sensors. – 2021. – Vol. 21, No. 17. – (Scopus)

7. Poluektov, D. S. Development and analysis of models for service migration to the MEC server based on hysteresis approach / D. S. Poluektov, A. A. Khakimov // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science. – 2022. – Vol. 30, No. 3. – P. 244-257. – (Перечень РУДН)

8. DEDG: Cluster-Based Delay and Energy-Aware Data Gathering in 3D-UWSN with Optimal Movement of Multi-AUV / Alkanhel R, Chaaf A, Samee NA [et al.] // Drones – 2022 – Vol. 6, No. 283 – (Scopus)

На автореферат диссертации поступили положительные, не содержащие критических замечаний, отзывы от:

– **Кучерявого Андрея Евгеньевича**, гражданина РФ, доктора технических наук (специальность 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»), профессора, заведующего кафедрой сетей связи и передачи данных Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» с замечанием об опечатках и несогласованностях в тексте, отсутствии описания вида системы из раздела 2.2.

– **Вишневого Владимира Мироновича**, гражданина РФ, доктора технических наук (специальность 05.13.15 – «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети»), профессора, заведующего лабораторией №69 «Управление сетевыми системами» Института проблем управления им.В.А. Трапезникова РАН. *с замечанием* о частичном отсутствии определения и обозначения переменных и функций в главе 2, о целесообразности рассмотрения модели в виде ресурсной СМО в главе 3 и об ошибках в стилистическом оформлении формул.

– **Севастьянова Антона Леонидовича**, гражданина РФ, кандидата физико-математических наук (специальность 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), доцента, заместителя начальника управления цифровизации образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» *с замечаниями* о неоднозначности описания результатов для режимов модели рассмотренной в главе 2 и что стоило корректнее оформить оптимизационную задачу в главе 3.

– **Пшеничникова Антолия Павловича**, гражданина РФ, кандидата технических наук (специальность 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»), профессора, заслуженного работника связи РФ, профессора кафедры сетей связи и систем коммутации Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» *с замечаниями* о неразличимости кривых на рис. 1 в черно-белом исполнении и о необходимости указать на рис. 4 единиц измерения нагрузки на систему по оси абсцисс.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации.

Выбор **Моисеева Александра Николаевича** в качестве официального оппонента обусловлен тем, что Моисеев А.Н. является крупным специалистом в области моделирования телекоммуникационных систем и теории массового обслуживания. В его сфере научных интересов также объектно-ориентированное моделирование, анализ вероятностных характеристик систем массового обслуживания.

Основные публикации Моисеева А.Н. по тематике диссертационного исследования:

1. Polin, E. P. Heterogeneous queueing system with Markov renewal arrivals and service times dependent on states of arrival process / E. P. Polin, S. P. Moiseeva, A. N. Moiseev // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science. – 2023. – Vol. 31, No. 2. – P. 105-119.

2. Nazarov, A. Semi-markov Resource Flow as a Bit-Level Model of Traffic / A. Nazarov, A. Moiseev, I. Lapatin [et al.] // Communications in Computer and Information Science. – 2022. – Vol. 1552. – P. 220-232.

3. Nazarov, A. Mathematical model of call center in the form of multi-server queueing system / A. Nazarov, A. Moiseev, S. Moiseeva // Mathematics. – 2021. – Vol. 9, No. 22.

4. Using Infinite-server Resource Queue with Splitting of Requests for Modeling Two-channel Data Transmission / T. Bushkova, S. Moiseeva, A. Moiseev [et al.] // Methodology and Computing in Applied Probability. – 2021.

Выбор **Степанова Сергея Николаевича** в качестве официального оппонента обусловлен тем, что Степанов С.Н. является крупным ученым в области теории телетрафика мультисервисных сетей. В частности, в сфере его научных интересов находится вопрос разработки эффективных алгоритмов расчета характеристик систем массового обслуживания, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Степанова С.Н. по тематике диссертационного исследования:

1. The Increasing of Resource Sharing Efficiency in Network Slicing Implementation / M. S. Stepanov, S. N. Stepanov, J. Ndayikunda [et al.] // Communications in Computer and Information Science. – 2022. – Vol. 1552. – P. 18-35.

2. Stepanov, S. Estimation of the performance measures of a group of servers taking into account blocking and call repetition before and after server occupation / S. Stepanov, M. Stepanov // Mathematics. – 2021. – Vol. 9, No. 21.

3. The Analysis of Resource Sharing for Heterogenous Traffic Streams over 3GPP LTE with NB-IoT Functionality / S. N. Stepanov, M. S. Stepanov, J. Ndayikunda, U. Andrabi // Lecture Notes in Computer Science. – 2020. – Vol. 12563 LNCS. – P. 422-435

4. Степанов, С. Н. Методы оценки необходимого объема ресурса мультисервисных узлов доступа / С. Н. Степанов, М. С. Степанов // Автоматика и телемеханика. – 2020. – № 12. – С. 129-152.

Выбор **Горбуновой Анастасии Владимировны** в качестве официального оппонента обусловлен тем, что Горбунова А.В. является крупным специалистом в области анализа вероятностно-временных характеристик систем массового обслуживания. В частности, в сфере ее научных интересов находятся ресурсные системы массового обслуживания, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Горбуновой А.В. по тематике диссертационного исследования:

1. Gorbunova, A. V. Response Time Estimate for a Fork-Join System with Pareto Distributed Service Time as a Model of a Cloud Computing System Using Neural

Networks / A. V. Gorbunova, A. V. Lebedev // Communications in Computer and Information Science. – 2022. – Vol. 1552. – P. 318-332.

2. Горбунова, А. В. Система массового обслуживания с двумя входящими потоками, абсолютным приоритетом и стохастическим сбросом / А. В. Горбунова, А. В. Лебедев // Автоматика и телемеханика. – 2020. – № 12. – С. 111-128.

3. Вишнеvский, В. М. Применение методов машинного обучения к решению задач теории массового обслуживания / В.М. Вишнеvский, А.В. Горбунова // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2021. – № 4. – С. 70-82.

4. Gorbunova, A. V. Estimating the response time of a cloud computing system with the help of neural networks / A. V. Gorbunova, V. M. Vishnevsky // Advances in Systems Science and Applications. – 2020. – Vol. 20, No. 3. – P. 105-112.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– *разработаны*

- математическая модель передачи данных в участке программно-конфигурируемой сети с возможностью учета влияния времени хранения правил передачи на функциональные характеристики системы.
- рекуррентный алгоритм вычисления стационарных вероятностных характеристик модели управления совместным использованием радиоресурса.
- математическая модель с пороговым управлением процессом миграции услуг в граничную систему обработки данных в виде двумерной цепи Маркова, для которой *разработан* метод расчета времени использования граничных ресурсов в нестационарном виде.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– *предложены новые математические модели для изучения* влияния нагрузочных параметров на задержки передачи информации и вероятностные характеристики граничных многопользовательских систем и систем разделения ресурсов беспроводных сетей;

– *применительно к узлу программно-конфигурируемой сети результативно использованы* метод построения системы уравнений равновесия и численные методы ее решения для анализа задержек маршрутизации;

– *применительно к модели схемы управления совместным доступом к радиочастотному спектру результативно использованы* ее представления в виде трехкомпонентного марковского процесса и рекуррентный метод для расчета стационарного распределения;

– *проведена модернизация* существующий математических моделей для получения функции распределения случайной величины времени пребывания марковского процесса в множестве состояний получения видео контента с сервера граничных распределений.

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

- *определены* рекомендации по выбору значений порогов для процедуры управления миграцией приложений на граничные ресурсы в сети для достижения оптимального уровня обслуживания;
- *определены* две схемы управления совместным использованием радиоресурсов для организации эффективного взаимодействия владельца и арендатора.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что

- *теория* основывается на строгих математических доказательствах, подходы к построению моделей согласуются с опубликованными результатами исследований по данной тематике;
- *идея базируется* на известных методах теории массового обслуживания, математической теории телетрафика, теории марковских процессов для анализа рассматриваемых сетевых технологий.
- *установлена* корректность и полнота доказательств всех оригинальных утверждений и следствий, опубликованных в рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя состоит в получении всех результатов, изложенных в работе, а именно: в разработке математических моделей, методов анализа, выводе всех формул, разработке алгоритмов и методов анализа показателей эффективности моделей, проведении численного анализа полученных результатов.

Диссертационное исследование Полуэктова Дмитрия Сергеевича является законченной научно квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена актуальная задача построения и анализа вероятностных моделей граничных многопользовательских систем и разделения ресурсов беспроводных сетей, имеющая важное научное значение. Полученные автором результаты достоверны, основные выводы и заключения обоснованы.

Заключение диссертационного совета подготовлено доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры теории вероятностей и кибербезопасности Факультета физико-математических и естественных наук РУДН Ю.В. Гайдамака, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником Института прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук Ю.Н. Орловым, доктором физико-математических наук и профессором, профессором Математического института им. С.М. Никольского Факультета физико-математических и естественных наук РУДН Е.Б. Ланевым.

