

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор -
проректор по научной работе РУДН
доктор медицинских наук, профессор, член-корр. РАН
А.А. Костин



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) на основании решения, принятого на заседании кафедры прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук РУДН

Диссертация «Модели с эластичным трафиком и сигналами для анализа и расчёта показателей эффективности нарезки сетевых ресурсов» выполнена на кафедре прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук РУДН.

Власкина Анастасия Сергеевна, 1995 года рождения, гражданка России, в 2018 году окончила с отличием федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

С 22.09.2018 по 21.09.2021 гг. обучалась в аспирантуре РУДН по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки», специальность 01.01.07 «Вычислительная математика». С 01.05.2023 по 31.05.2023 гг. прикреплена для сдачи кандидатских экзаменов по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика», по которой подготовлена диссертация. С 15.05.2023 по 14.05.2026 гг. прикреплена на кафедру прикладной информатики и теории вероятностей РУДН для подготовки и защиты диссертации по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика», по которой подготовлена диссертация. В период подготовки диссертации Власкина А.С. являлась ассистентом кафедры прикладной информатики и теории вероятностей РУДН, где и работает по настоящее время.

Документ о сдаче кандидатских экзаменов, соответствующих специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика», выдан в 2023 году в РУДН.

Научный руководитель – Кочеткова Ирина Андреевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей федерального государственного

автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН).

Название темы диссертационного исследования в окончательной редакции было утверждено на заседании Ученого совета факультета физико-математических и естественных наук РУДН 06.06.2023 г., протокол № 0201-08/11.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы.

Диссертация Власкиной А.С. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных соискателем исследований решена важная научная проблема построения моделей массового обслуживания с нетерпеливым эластичным трафиком с минимальной гарантированной скоростью передачи и разработки на их основе алгоритмов расчета показателей эффективности нарезки сети в беспроводных сетях, имеющая важное значение для развития теоретической информатики, кибернетики.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в:

- разработке модели динамического перераспределения ресурсов между виртуальными операторами (сегментами), предоставляющими услуги с минимально гарантированной скоростью обслуживания, в виде системы массового обслуживания с нетерпеливым эластичным трафиком;
- разработке модели с фиксированной политикой выбора объема ресурса при поступлении сигнала контроллера о перераспределении в виде управляемой системы массового обслуживания;
- формулировании и решении задачи максимизации среднего вознаграждения для улучшения политики перераспределения ресурса при простаивании ресурса, отклонении распределения ресурса от значений в соглашении о качестве обслуживания и доли перераспределения ресурса по сигналу;
- построении модели нарезки сети с произвольным числом сегментов в виде дискретно-событийной имитационной модели;
- формулировании и решении задачи максимизации показателей эффективности нарезки ресурсов со стороны базового оператора при ограничениях на вероятности блокировки запросов на передачу эластичного трафика виртуальных операторов.

Разработанные модели применены для анализа и расчета показателей эффективности нарезки сетевых ресурсов в беспроводных сетях.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Достоверность полученных результатов подтверждается строгими математическими выводами при разработке алгоритмов из теории массового обслуживания, математической теории телетрафика и статистического моделирования, а также численными экспериментами с применением

имитационного моделирования и численного анализа. Результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских и международных научных конференциях и семинарах.

Новизна результатов проведенных исследований.

1. Модель динамической нарезки радиоресурсов в виде системы массового обслуживания с эластичным трафиком включает контроллер, который отправляет поток сигналов на проверку необходимости перераспределения ресурса. Ранее в системах массового обслуживания, применявшихся для моделирования нарезки ресурсов, перераспределение могло произойти в любой момент времени при изменении состояния системы.
2. Построенная управляемая система массового обслуживания моделирует выбор объема перераспределения ресурса для динамической нарезки радиоресурсов. Ранее рассматривались системы с фиксированной стратегией либо с использованием методов машинного обучения для перераспределения ресурса.
3. В формулировку задачи выбора частоты поступления сигналов и объема перераспределения ресурса заложены занятость ресурса, соответствие распределения ресурса соглашению о качестве обслуживания, вероятность перераспределения ресурса по сигналу. Ранее в системах массового обслуживания, применявшихся для моделирования нарезки ресурсов, исследовались показатели обслуживания пользователей виртуального операторов.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработанные математические модели могут быть применены при управлении ресурсами мобильных беспроводных сетей для оптимизации разделения пропускной способности сети. Полученные результаты в диссертационной работе по основным соотношениям между параметрами исследуемых системы и качеством обслуживания пользователей могут использоваться для успешного развертывания и эксплуатации сетей операторами связи и обеспечения гарантий соглашений об уровне обслуживания в случае нехватки радиоресурсов.

Часть представленных результатов были получены в рамках исследований по грантам Министерства науки и высшего образования РФ (грант Президента РФ) № 075-15-2019-1124 «Вероятностные модели сегментации радиоресурсов беспроводных сетей и методы расчета характеристик обслуживания пользователей», РФФИ № 20-37-70079 «Исследование и разработка моделей и интеллектуальных алгоритмов совместного обслуживания трафика с малыми задержками и широкополосного доступа в беспроводных сетях пятого поколения» и проекту РУДН № 025319-2-000 «Разработка моделей и алгоритмов нарезки радиоресурсов и приоритетного доступа в беспроводной сети 6G».

Ценность научных работ соискателя.

За часть научных результатов работы Власкина А.С. в 2020 году удостоена стипендии Правительства Российской Федерации аспирантам РУДН, обучающимся по образовательным программам высшего образования по очной форме по специальностям или направлениям подготовки, соответствующим приоритетным направлениям модернизации и технологического развития экономики на 2019/2020 учебный год.

Основные результаты диссертационной работы докладывались на международных конференциях ИПМКН ТГУ 2019-2020, Томск, NEW2AN 2019-2020, Санкт-Петербург, на всероссийских конференциях ИПУ РАН 2019, Москва, ИТТММ 2019-2023, Москва.

Соответствие пунктам паспорта научной специальности.

Диссертация выполнена в соответствии со следующими пунктами паспорта специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

- В соответствии с п. 12 «Модели информационных процессов и структур» проведено моделирование процесса передачи данных пользователей сети с нарезкой ресурсов.
- В соответствии с п. 30 «Теория управляющих систем» проведено моделирование системы управления перераспределением ресурса.
- В соответствии с п. 11 «Распределенные многопользовательские системы» проведено моделирование системы доступа виртуального оператора к распределенному ресурсу базового оператора.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Основные результаты диссертации изложены в 10 работах [1-10] в том числе в 5 изданиях, входящих в международные базы данных Scopus/Web of Science [1-5], в 1 издании, рекомендованном ВАК РФ [6], в свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ [7,8]. Основные положения и результаты диссертации отражены в следующих опубликованных работах.

1. *Vlaskina A., Polyakov N., Gudkova I.* Modeling and Performance Analysis of Elastic Traffic with Minimum Rate Guarantee Transmission Under Network Slicing // Lecture Notes in Computer Science, 2019, 11660 LNCS, pp. 621–634.
2. *Vlaskina A.S., Polyakov N.A., Gudkova I.A., Gaidamaka Yu.V.* Performance analysis of elastic traffic with minimum bit rate guarantee transmission in wireless network under network slicing // Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics, 2020, 20(3), pp. 378–387.
3. *Kochetkova I., Vlaskina A., Burtseva S., Savich V., Hosek J.* Analyzing the effectiveness of dynamic network slicing procedure in 5g network by queuing and simulation models // Lecture Notes in Computer Science, 2020, 12525 LNCS, pp. 71–85.

4. *Kochetkova I.A., Vlaskina, A.S., Vu, N.N., Shorgin, V.S.* Queuing system with signals for dynamic resource allocation for analyzing network slicing in 5G networks // *Informatika i ee Primeneniya*, 2021, 15(3), pp. 91–97.
5. *Vlaskina A.S., Burtseva S.A., Kochetkova I.A., Shorgin S.Ya.* Controllable queuing system with elastic traffic and signals for analyzing network slicing // *Informatika i ee Primeneniya*, 2022, 16(3), pp. 90–96.
6. *Kochetkova I.A., Vlaskina A.S., Efrosinin D.V., Khakimov A.A., Burtseva S.A.* To analysis of a two-buffer queuing system with cross-type service and additional penalties // *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science*. 2021. Т. 29. № 2. С. 158–172.
7. *Поляков Н.А., Власкина А.С., Гудкова И.А., Самуйлов К.Е.* Расчет вероятностно-временных характеристик обслуживания эластичного трафика с минимальной скоростью в сегменте беспроводной сети с нарезкой радиоресурсов (имитационная модель) // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019664614, 11.11.2019.
8. *Филиппова В.С., Хусайнова Ф.Д., Власкина А.С., Кочеткова И.А., Бурцева С.А.* Расчет показателей эффективности модели управления нарезкой радиоресурсов беспроводной сети между двумя виртуальными операторами по сигналам контроллера // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022660727, 08.06.2022. Заявка № 2022619563 от 27.05.2022.
9. *Власкина А.С.* Управляемая система массового обслуживания для анализа динамической нарезки радиоресурсов в сети 5G // В сборнике: Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Москва, 2022. С. 34–38.
10. *Леонтьева К.А., Гебриал И.Е.З., Бурдина К.П., Бурцева С.А., Власкина А.С.* К анализу политики перераспределения ресурса в управляемой системе массового обслуживания для нарезки сети 5G // В сборнике: Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Москва, 2023. С. 82–86.

В написанных в соавторстве работах основные результаты, представленные в диссертации, получены Власкиной А.С. лично.

Текст диссертации был проверен на использование заимствованного материала без ссылки на авторов и источники заимствования. После исключения всех корректных совпадений иных заимствований не обнаружено.

Диссертационная работа Власкиной Анастасии Сергеевны рекомендуется к публичной защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Заключение принято на заседании кафедры прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных

наук Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН).

Присутствовало на заседании 34 чел.

Результаты голосования: «за» – 34 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел. Протокол № 0200-19-04/15 от 27.06.2023.

Председательствующий на заседании:

Заведующий кафедрой прикладной информатики
и теории вероятностей,
доктор технических наук, профессор

К.Е. Самуйлов

Подпись Самуйлова К.Е. удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого совета
факультета физико-математических и
естественных наук РУДН

И.С. Зарядов

