



**«Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы» (РУДН)**

ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Москва, Россия, 117198
ОГРН 1027739189323; ОКПО 02066463; ИНН 7728073720


Телефон: +7495 434 53 00, факс: +7495 433 15 11
www.rudn.ru; rudn@rudn.ru

24 ноября 2025
№ 05-07/13401

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор
по научной работе РУДН,
д.м.н., профессор,
член-корреспондент РАН



 А.А. Костин
2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

на диссертацию Феноменова Михаила Александровича «Модели и методы
распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи в условиях
перехода к сетям 5G\6G»,
представленную к защите в диссертационном совете Д 55.2.004.01 на базе
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы исследования

Появление архитектур IoT\IIoT, развитие сетей связи 5G и 6G,
использование технологий SDN и NFV ставит перед оператора связи задачу по
модернизации процессов эксплуатационного управления Operation Support
System/Business Support System. Что в свою очередь отражается на
информационных системах, которые автоматизируют процессы внутри

компаний. В таких условиях задача управления эксплуатационными ресурсами (а также задачи системы управления WorkForce Management) инфокоммуникационных операторов становится все более значимой. Внедрение новых технологий и современных услуг, таких как телемедицина и облачные решения, требует от систем WFM обработки значительно большего объема функций, а также наличия широкого диапазона профессиональных компетенций и ключевых показателей эффективности (KPI).

Таким образом, возникает необходимость в научном анализе методов и моделей организации распределения многопрофильных ресурсов современного оператора связи, а также в решении методологических и практических задач, связанных с созданием соответствующей архитектуры WFM. Настоящая диссертация является одной из частей этого анализа, что подчеркивает ее актуальность.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, списка сокращений и двух приложений. Общий объем работы - 160 страниц, из них основного текста 129 страниц. Работа содержит 28 рисунков и 5 таблиц. Список литературы включает 144 источника.

Научная новизна диссертационной работы заключается в первую очередь в возможности распределения эксплуатационных ресурсов с использованием вероятностных и временных характеристик. Исследования в области моделей и методов управления ресурсами операторов связи имеют большую значимость в мире, о чем говорят многочисленные исследования и нам в Российской Федерации также необходимо уделять этому вопросу значительное внимание. Это позволит создать научно-обоснованную среду для разработки и внедрения современных подходов по управлению распределением эксплуатационных ресурсов оператора связи на сетях связи пятого и последующих поколений.

В первой главе автором был проработан вопрос анализа тенденций развития мультисервисных сетей связи и связанной с этим эволюции систем управления ресурсами. Исследованы современные подходы по разработке информационных систем управления эксплуатационными процессами (OSS\BSS). Показано, что стремительные изменения в архитектуре и технологиях построения сетей связи требуют применения научного подхода к вопросу управления ресурсами оператора связи на основе новых моделей вероятностно-временных характеристик.

Во второй главе автор исследует эволюцию математических моделей управлению эксплуатационными ресурсами операторов связи. И разрабатывает трехфазную математическую модель WFM с основными вероятностно-временными характеристиками. Выводит аналитически выражения для расчета вероятностно-временных характеристик при различных распределениях времени выполнения работ. Предложено решение оптимизационной задачи по расчету максимальной эффективности организации работ с учетом заданных критериев и ограничений. Разработана модель нейронной сети, позволяющая автоматизировать процесс обработки результатов выполнения работ и проведено обучение данной модели.

В третьей главе рассмотрен вопрос планирования графиков работ эксплуатационного персонала на сетях связи с учетом заданных граничных условий. Предложена математическая модель и найдены математические выражения для составления рабочих графиков и расчета необходимой численности персонала. По результатам анализа вероятностно-временных характеристик показано, что задачу планирования персонала можно решить на заданную длительность, определив цикличность.

Четвертая глава посвящена практическому применению результатов диссертационной работы. Проведен натурный эксперимент применения модели и методов распределения эксплуатационных ресурсов на основе вероятностно-временных характеристик, который подтвердил возможность повышения эффективности по их использованию. Проверены допущения в

математических моделях, предложенные в главах 2 и 3 и подтверждена корректность сделанных на их основе выводов. Обоснована рациональность использования разработанных в работе модели и методов для распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается оправданным выбором предмета и объекта исследований, исходных данных при постановке задач исследования, принятых допущений и ограничений, а также соответствием результатов математического моделирования и натурными экспериментами, проведенными лично автором. А также апробацией результатов на международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Теоретическая значимость работы состоит в разработке математических моделей вероятностно-временных характеристик для распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи на сетях 5G/6G. Полученные результаты позволяют:

- оптимизировать стратегию управления распределением ресурсов на сетях связи с учетом заданных граничных условий;
- рассчитать графики работы и количество персонала для задач управления эксплуатацией на сетях связи;
- выполнить сравнительный анализ различных стратегии распределения эксплуатационных ресурсов с учетом затрат и получаемого результата.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученные в диссертационной работе результаты могут стать основой создания научно-обоснованных рекомендаций по управлению распределением эксплуатационных ресурсов на сетях связи пятого и последующих поколений.

Полученные в диссертационной работе результаты внедрены в ООО "Сигурд-АйТи" для выбора оптимальной стратегии управления персоналом Call-центров, у оператора связи ООО "Комфортел", для оптимизации затраты

на эксплуатационную поддержку сетевой и ИТ инфраструктуры, а также в СПбГУТ при чтении лекций и ведения практических и лабораторных работ по курсу "Системы автоматизации управления в сетях 5G/6G".

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при проведении научно-исследовательских работ в области современных телекоммуникационных сетей и систем и при выполнении государственных контрактов по научно-техническому и методическому обеспечению выполнения Министерством цифрового развития, а также ИТ-подразделениям операторов связи с целью анализа и формирования оптимального OSS/BSS комплекса предприятия, при проектировании и планировании современных сетей и проведении работ на сетях связи.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. Натурные эксперименты проведены под научным руководством автора и при его непосредственном участии.

Полнота опубликования и апробация результатов исследования

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 научных работах, из них: 11 статей в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданиях (перечень ВАК при Минобрнауки РФ), 3 статьи в других изданиях и материалах конференций.

Основные результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях: 27-ой международной конференции «International conference on Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications DCCN» (Москва, 23-27 сентября 2024); Международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы

инфотелекоммуникаций в науке и образовании” АПИНО 2023, 2024, 2025 (Санкт-Петербург).

Правильность оформления диссертации и автореферата, соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат адекватно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации. Автореферат содержит краткое изложение материалов диссертационной работы по главам и полностью соответствует содержанию самой диссертационной работы.

Недостатки диссертационной работы

1. В главе «Проблематика WFM в эксплуатационном управлении сетями связи» для указания важности рассматриваемого вопроса, было бы полезно добавить информацию по росту затрат компаний на системы WFM. И возможно информацию о суммарной оценке рынка систем WFM.
2. Предложенная в диссертации трехфазная модель WFM рассматривает три этапа: планирование нагрузки, исполнение, а также отчет и анализ. При этом автором в недостаточной степени уделено внимание вопросу прогнозирования нагрузки (параметры N и λ в методе оптимизации) — допущения о том, что входящий поток заявок будет характеризоваться пуассоновским распределением, может быть недостаточно, учитывая возможную «сезонность» заявок, маркетинговые кампании, форс-мажор факторы и иные обстоятельства, которые делают среднюю интенсивность заявок не фиксированной.
3. Для обработки и анализа отчетов выполнения работ автор предложил использовать нейронную сеть Хопфилда, однако не указано на основании чего был сделан такой выбор. Было бы полезно сравнить результаты применения различных нейронных сетей по рассматриваемой задаче.

4. В главе 3.1. приведены графика количества сотрудников за разные периоды, при этом не дано пояснение, а для чего была собрана и представлена данная информация.
5. В рамках представленной работы, согласно актам, автор показал применение предложенной модели и методов в разных компаниях, было бы полезно разработать типовой набор настроек для различных областей применения: call-центры, службы эксплуатации, отделы развития и т.п.

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Феноменова Михаила Александровича. Диссертация «Модели и методы распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи в условиях перехода к сетям 5G\6G» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи исследования и разработки моделей, методов и стратегий для повышения эффективности распределения эксплуатационных ресурсов операторов сетей связи пятого и последующих поколений, имеющая значение для отрасли цифрового развития и связи, а также специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты апробированы как на значимых научных конференциях, так и в компаниях связи. Основные научные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в ведущих российских и зарубежных изданиях. Название работы полностью отражает ее содержание, содержание диссертации соответствует пунктам 2, 16, 18, 19 паспорта специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Автореферат полно отражает содержание диссертационной работы и ее основные результаты.

На основании изложенного считаем, что диссертация Феноменова Михаила Александровича «Модели и методы распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи в условиях перехода к сетям

5G\6G» соответствует критериям, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, в редакции от 18.03.2023), предъявляемым в отношении диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор Феноменов Михаил Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Диссертация и автореферат заслушаны и обсуждены на заседании кафедры теории вероятностей и кибербезопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» 06.11.2025 (состав кафедры – 36, присутствовали – 31), протокол № 0200-54/01-БУП-4.

20.11.2025

Заведующий кафедрой теории вероятностей
и кибербезопасности РУДН,
доктор технических наук
(специальность 05.13.17 - Теоретические
основы информатики), профессор



Самуйлов Константин Евгеньевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (ФГАОУ ВО РУДН им. Патриса Лумумбы)
Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6
<http://www.rudn.ru/>
Тел.: +7 (495) 434-70-27
E-mail: rector@rudn.ru