

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Колбанёва Михаила Олеговича на диссертационную работу
Феноменова Михаила Александровича

«Модели и методы распределения эксплуатационных ресурсов оператора
связи в условиях перехода к сетям 5G/6G»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Актуальность темы диссертации

Цифровая трансформация привела к значительному росту возможностей инфокоммуникационных систем и сетей при предоставлении услуг связи. При этом технологии интернета вещей, дополненной, виртуальной и смешанной реальностей, цифровых двойников, киберфизических систем и многих других сквозных технологий, которые поддерживаются сетями, стали источником недостижимых ранее, очень жестких требований к характеристикам сетей. В частности, необходимо уменьшать задержки при доставке данных за счет увеличения пропускной способности плотных и сверхплотных сетей и на последней миле, и на магистральных участках с учетом подвижности устройств, имеющих автономное питание. Все это, с одной стороны, заставляет развивать или даже менять архитектуры и принципы построения сетей электросвязи, а, с другой стороны, пересматривать и даже трансформировать способы организации процессов управления сетями на этапах технической эксплуатации.

В связи с усложнением процессов эксплуатационного управления сетями электросвязи потребовалась обновленная концепция управления, которая увязывала бы в единую систему интересы операторов, разработчиков, производителей и поставщиков оборудования, программного обеспечения и услуг. Такая концепция была предложена TM Forum в начале XXI века и получила название «Новое поколение систем и программного обеспечения» для управления операционной деятельностью телекоммуникационной компании (NGOSS – New Generation Operation Systems and Software).

Концепция непрерывно развивается вслед за развитием телекоммуникационных технологий и предполагает разработку таких моделей и методов организации процессов управления предприятиями связи, которые способны:

- ограничить растущие затраты на квалифицированных специалистов,
- расширить номенклатуру услуг и функциональность оборудования, а также
- поддерживать вновь возникающие типы информационного взаимодействия.

Таким образом, тема диссертационной работы, посвященная разработке и исследованию моделей и методов повышения эффективности распределения материальных и трудовых ресурсов оператора связи в процессе управления технической эксплуатацией сетей, является актуальной.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка используемых источников и двух приложений. Полный объем диссертации составляет 160 страниц. Работа содержит 28 рисунков, 5 таблиц, список источников из 144 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость работы.

В главе 1 проведен анализ особенностей систем эксплуатации сетей связи, рассмотрены актуальные аспекты архитектуры консорциума ODA, в том числе исследованы архитектуры NGOSS/Framework/ODA в качестве основы интеграции комплекса процессов и технологий, направленных на оптимизацию работы персонала для достижения бизнес-целей (WFM – Work Force Management) в телекоммуникационной компании. Также проведен анализ эволюции управления материальными и трудовыми ресурсами операторов связи, выделены специфические особенности WFM в телекоммуникациях и исследованы известные математические модели процессов управления этими ресурсами. По результатам анализа сделан вывод, что расширение номенклатуры услуг и изменение принципов их предоставления требует разработки новых моделей и методов распределения ресурсов, которые находятся в распоряжении руководителей компании.

В главе 2 предложена трехфазная математическая модель оценки вероятностно-временных характеристик процессов управления материальными и трудовыми ресурсами для сложных и высокотехнологичных эксплуатационных задач. На фазе 1 предложенной модели осуществляется планирование и подготовка задач в системе управления ресурсами телекоммуникационной компании, на фазе 2 моделируются работы на стороне заказчика, такие как монтаж или настройка оборудования, а на фазе 3 формируется отчет о выполненных работах и производится его анализ. Кроме того, для фазы 3 предложена модель организации управления ресурсами в виде нейронной сети.

Далее определены ключевые вероятностно-временные характеристики процесса управления и получены аналитические выражения для расчета этих характеристик при различных распределениях времени выполнения работ.

Предложенные модели позволили сформулировать и решить задачу, поиска максимально эффективной стратегии управления материальными и трудовыми ресурсами по заданным критериям с учетом имеющихся ограничений.

Глава 3 посвящена планированию и оптимизации смен эксплуатационного персонала оператора связи, выходных дней, расписания работы ремонтных бригад. Проведено исследование граничных условий, предъявляемых оператору при организации работ, а также построена математическая модель для составления расписания рабочих смен, которая

позволяет рассчитать количество сотрудников в каждой смене на основе количества прогнозируемых задач.

В главе 4 проверены основные допущения, положенные в основу математических моделей управления материальными и трудовыми ресурсами, полученные в предыдущих главах, проведен натурный эксперимент на сети операторов телекоммуникационных сетей, ориентированный на открытую цифровую архитектуру консорциума ODA, что подтвердило корректность сделанных выводов.

В заключении приводятся наиболее важные результаты работы.

Внедрение результатов диссертационной работы подтверждено актами трех организаций.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Теоретическая и практическая ценность диссертационной работы

Основные результаты, обладающие научной новизной, состоят в следующем:

- модель распределения материальных и трудовых ресурсов оператора связи, которая отличается от известных учетом вероятностно-временных характеристик задач, выполняемых в процессе технической эксплуатации сети, что позволяет выбрать оптимальный порядок выполнения задач и гарантировать допустимое время их выполнения;

- стратегия оптимизации управления материальными и трудовыми ресурсами оператора связи, основанная на методе множителей Лагранжа, позволяющая выбрать максимально эффективную стратегию по заданным критериям, благодаря чему удается повысить эффективность системы управления ресурсами оператора связи более чем на 20%;

- линейная модель для оптимального распределения материальных и трудовых ресурсов, которая учитывает все значимые условия, вытекающие из технической политики оператора связи, включая обязательства по качеству предоставления услуг, что позволило существенно сократить объем необходимых ресурсов.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в использовании математических моделей для решения новых задач, возникающих в ходе развития сетевых технологий, в частности, оценки вероятностно-временных характеристик процесса управления материальными и трудовыми ресурсами операторов связи, а также в проведенном анализе граничных условий, определяющих организацию выполнения задач в процессе эксплуатации телекоммуникационной сети.

Обращает на себя внимание методика расчета, нацеленная на оптимизацию расписания рабочих смен и определение необходимого количества персонала и материальных ресурсов для каждой смены с учетом прогноза поступающих задач.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в инженерных методах тестирования процессов управления у операторов связи

перспективных телекоммуникационных сетей, которые подтвердили полученные результаты, что позволит в дальнейшем применять разработанные модели и методы для планирования, проектирования и последующей организации систем распределения ресурсов.

Полученные в диссертационной работе результаты использованы в ООО «СИГУРД-АЙТИ» при создании расписаний и графиков смен, а также планов работ для сотрудников Call-центров на неделю и месяц. Внедрение системы в ООО "Комфортел" позволило оптимизировать затраты на эксплуатационную поддержку сетевой и ИТ инфраструктуры. Результаты диссертационной работы использованы в СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, при проведении теоретических, лабораторных и практических занятий со студентами.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и результатов диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата, а также апробацией результатов диссертационной работы на семинарах и конференциях и их публикациях в рецензируемых изданиях.

Основные результаты диссертационной работы 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); на семинарах кафедры инфокоммуникационных систем СПбГУТ.

Всего по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них 11 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации.

Замечания по диссертационной работе

По диссертации имеются следующие замечания:

- представляется недостаточно обоснованным использование термина «эксплуатационные ресурсы», который введен автором впервые. Это связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, этот термин уже «занят», так как в большом числе научных исследований под эксплуатационным ресурсом понимается возможность сложного оборудования выполнять свои функции в тех или иных условиях эксплуатации то или иное время. Во-вторых, понимание под эксплуатационными ресурсами всех запасов и средств, которые необходимы оператору связи для организации управления, в большинстве практических задач является не конструктивным из-за разнообразной природы

этих запасов и средств. Именно поэтому принято разделять ресурсы, необходимые оператору, на такие группы как финансовые ресурсы, энергетические ресурсы, трудовые ресурсы, информационные ресурсы, интеллектуальные ресурсы и тому подобное;

- нельзя согласиться с утверждением автора, что «Традиционно основными вероятностно-временными характеристиками эксплуатационного управления сетей связи считались следующие две: интенсивность потока заявок на эксплуатацию сети и интенсивность обслуживания этих заявок». Не меньшее значение имеют и другие характеристики, такие как время ожидания начала выполнения работ, количество заявок, ожидающих выполнения, вероятность выполнения работ к заданному сроку, интенсивность повторных обращений и другие, тем более что предложенные автором модели как раз и позволяют оценивать эти характеристики;

- в тексте диссертации не поясняется, каким образом готовятся исходные данные для работы нейронной сети Хопфилда и каким образом происходит обучение модели, что не позволяет оценить корректность использования ее для целей обработки и анализа отчета о выполнении работ;

- на рисунке 4.8 представлены спецификации, вовлеченные в процессы TMF 632, TMF 669 и др. Почему автором также не была рассмотрена спецификация TMF 646, которая декларирует объектную модель для подпроцесса бронирования интервалов визита (сущности appointment и timeslot);

- в главе 4 автор указывает, что одним из результатов внедрения предложенных им моделей является снижение текучести кадров и повышение эффективности работы персонала. При этом остается неясным, каким образом были оценены численные значения этих показателей.

Выводы

Отмеченные недостатки не снижают ценности результатов диссертации для теории и практики. Диссертационная работа Феноменова Михаила Александровича «Модели и методы распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи в условиях перехода к сетям 5G/6G» является законченной научно-квалификационной работой. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций: 2, 16, 18, 19.

В диссертации решена научная задача по разработке моделей, методов и стратегий для повышения эффективности распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи, имеющая значение для отрасли цифрового развития и связи. Диссертация отвечает критериям, изложенным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 в редакции от 18.03.2023. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа «Модели и методы распределения эксплуатационных ресурсов оператора связи в условиях перехода к сетям 5G/6G» заслуживает положительной оценки, а ее автор – Феноменов Михаил Александрович – присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Информационных систем и технологий» ФГБОУ ВПО
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»,

д.т.н., профессор



М.О. Колбанёв

9.12.2025

Организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный экономический университет" (СПбГЭУ).

Сайт: <https://unecon.ru/>

Адрес: Россия, 191023, г. Санкт-Петербург, наб. кан. Грибоедова, д. 30-32, лит. А.

Тел. +7 (812) 310-46-32. E-mail: dept.ud@unecon.ru



Подпись руки заверяю
Начальник
С.персона

ов по работе
ия кадров

Е.С. Петрова

9 декабря 2025 г.