



**МИНИСТЕРСТВО
ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
Федеральный исследовательский центр
коммуникаций имени М.И. Кривошеева»
(ФГАУ НИЦ Телеком)
ОКПО 56622156, ОГРН 122770038827
ИНН/КПП 9709082715/770901001**

09.04.2025 № 70/1711

Ha № от

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного учреждения «Национальный исследовательский центр телекоммуникаций имени М.И. Кривошеева» (ФГАУ НИЦ Телеком) на основании решения, принятого на заседании базовой кафедры перспективных систем связи и телерадиовещания и секции научно-технического совета научно-технического центра анализа ЭМС Федерального государственного бюджетного учреждения «Ордена Трудового Красного Знамени Российской научно-исследовательский институт радио имени М.И. Кривошеева», протокол № 035-25-01-01 от 16.01.2025 г.

Диссертация «Разработка и применение статистических методов повышения функциональной устойчивости перспективных сетей связи» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Ордена Трудового Красного Знамени Российской научно-исследовательский институт радио имени М. И. Кривошеева» (ФГБУ НИИР), переименованном 22.01.2025 в Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный исследовательский центр телекоммуникаций имени М.И. Кривошеева» (ФГАУ НИЦ Телеком).

Пальцин Денис Анатольевич, 1981 года рождения, гражданин России, в 2004 году окончил ФГАОУ высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт» (НИЯУ МИФИ) по специальности физика металлов с присвоением квалификации инженер-физик.

С 02.12.2014 г. по 01.09.2018 г. обучался в аспирантуре федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС) по программе

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. генерального директо-
ра ФГАУ НИЦ Телеском,
канд. воен. наук

И.о. генерального директора
ФГАУ НИЦ Телеком,
канд. воен. наук

О.А. Иванов

« » 2025 года

подготовки научно-педагогических кадров по направлению научной специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». По итогам обучения в аспирантуре подготовлена диссертация на базе Центра исследования сетей доступа ФГАУ НИЦ Телеком (ранее ФГБУ НИИР).

Указом Президента РФ № 679 от 29.11.21, распоряжением Правительства РФ № 3812-р от 24.12.21 и приказом Минцифры РФ № 165 от 04.03.22 ФГУП ЦНИИС был реорганизован в форме присоединения к ФГУП НИИР с 28.02.22, который с 01.08.22 стал ФГБУ НИИР, приказом Минцифры РФ № 774 от 16.09.24 переименованное с 22.01.25 в ФГАУ НИЦ Телеком.

В период подготовки диссертации являлся сотрудником ФГУП НИИР и ФГБУ НИИР, после переименования в ФГАУ НИЦ Телеком продолжает работать заместителем директора Центра исследования сетей доступа.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 66/2024 выдана в 2024 г. «Ордена Трудового Красного Знамени федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский технический университет связи и информатики».

Научный руководитель назначен приказом и.о. генерального директора ФГБУ НИИР от 01.11.2021 № 182-П (с изменениями и дополнениями) – доктор технических наук Цым Александр Юрьевич, работает главным научным сотрудником ФГАУ НИЦ Телеком.

Тема диссертационной работы утверждена председателем Экспертного совета Научно-технического совета ФГУП ЦНИИС в соответствии с приказом № 129 от 08.12.2014. Название темы диссертационной работы в окончательной редакции утверждено на заседании секции научно-технического совета ФГБУ НИИР 23.02.2024, протокол № 035-24-02-01.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы. Диссертационная работа Д.А. Пальцина: «Разработка и применение статистических методов повышения функциональной устойчивости перспективных сетей связи», посвящена актуальной теме исследований современных сетей связи. Появление новых телекоммуникационных технологий, функционирующих одновременно с существующими техническими средствами, предполагает разработку своевременных и адекватных технологических и нормативных решений. Одним из направлений, обеспечивающих выполнение нормативных технологических требований, является обеспечение функциональной устойчивости сетей связи. Сохранение работоспособности функционирующих телекоммуникационных систем и сетей за счет продления срока службы сетевых элементов, реализуемого с использованием заменяемых изделий и принадлежностей (ЗИП), особенно важно для

сохранения ресурсов дорогостоящей сетевой инфраструктуры. Сложившаяся ранее практика обеспечения ЗИП либо создавала избыточные объемы, либо исходила из экономических возможностей, допуская их дефицит. Особое значение приобретают вопросы расчета обеспечения ЗИП в случае превышения гарантийных сроков эксплуатации средств связи. Поэтому решаемые в диссертационной работе вопросы являются актуальными и своевременными. Автором предложен удобный для практического использования метод расчёта нормативов ЗИП на обслуживание средств связи, с учетом ограниченности срока функционирования как основных, так и замененных частей. Разработанный на основании положений квалиметрии метод мультипликативной обобщенной иерархической оценки технического состояния систем и сетей связи дает возможность обоснованного контроля и управления процессом модернизации с обеспечением их бесперебойного функционирования. Значительная протяженность волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), являющихся транспортной основой телекоммуникационных сетей в нашей стране, делает важными исследования пригодности волоконно-оптических кабелей после окончания определяемого при их изготовлении срока службы. Полученные автором результаты дают основу для расчетного продления времени эксплуатации ВОЛС, как одного из наиболее затратных элементов сетевой инфраструктуры.

Автор не ограничивается технологическими предложениями, а рассматривает также влияние факторов нормативного регулирования на обеспечение устойчивого функционирования сетей связи. Разработанные предложения нашли свое отражение в ряде нормативных документов последнего времени.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в: предложена аппроксимация распределения Пуассона для количества отказов нормальным распределением Лапласа-Гаусса, что легло в основу последующей разработки метода расчета нормативов запасных частей, инструментов и принадлежностей на обслуживание средств связи, с учетом ограниченности срока функционирования как основных, так и заменяемых частей; разработан новый метод мультипликативной обобщенной иерархической оценки технического состояния систем и сетей связи с применением положений квалиметрии; проведен прескриптивный анализ влияния нормативных требований на обеспечение функциональной устойчивости сетей связи. Автором лично сформулированы результаты исследований и подготовлены материалы для научных публикаций. Часть материалов получена совместно с

соавторами публикаций, участвовавшими в подготовке исходных материалов для последующего анализа и в обсуждении полученных результатов.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Обоснованная постановка решаемых задач и корректное применение соответствующего математического аппарата обеспечивают достоверность полученных в диссертации результатов, что подтверждается расчетными экспериментами, приближенными к реальным эксплуатационным условиям функционирования сетей связи, а также актами использованием результатов диссертационной работы в практике операторов связи. Это также подтверждается представлением и обсуждением полученных результатов на научных конференциях и публикацией основных результатов работы в рецензируемых научно-технических журналах.

Новизна результатов проведенных исследований. Сложившаяся практика формирования ЗИП позволяет обеспечивать устойчивое функционирование систем и сетей связи. Сложность учёта износа заменяемых изделий и частей приводит к избыточным требованиям, что в ряде случаев компенсируется эмпирическими решениями, не имеющими достаточного обоснования. Анализ практики формирования ЗИП показывает сохраняющиеся проблемные вопросы, требующие своего решения. Для этого автором разработан метод расчета нормативов запасных частей, инструментов и принадлежностей на обслуживание средств связи, с учетом ограниченности срока функционирования как основных, так и заменяемых частей с учетом остаточного срока службы заменяемых частей и изделий.

При формировании сети связи, начиная со стадии её проектирования, важнейшим является определение её качественных характеристик. В соответствии с рекомендациями МСЭ-Т характеристики качества услуг связи подразделяются на характеристики, связанные с качеством обслуживания, и характеристики, связанные с качеством функционирования сети. При этом именно качество функционирования сети является основой обеспечения качества обслуживания. В процессе эксплуатации происходит постепенное изменение как отдельных параметров, так и их комплекса в силу естественной деградации, частичной модернизации и других факторов. Анализ показывает, что отсутствие единой комплексной оценки состояния сети в целом зачастую не позволяет своевременно выявить критически важные параметры, требующие незамедлительного реагирования. Для решения этой задачи автором разработан метод мультипликативной обобщенной иерархической оценки технического состояния систем и сетей связи для обеспечения устойчивого функционирования технических средств.

Многие ВОЛС, составляющие основу магистральных сетей связи в

нашей стране, приближаются к предельным срокам своей эксплуатации. Разработанный автором метод расчёта запаса волоконно-оптического кабеля для аварийно-восстановительных работ при продолжении использования кабелей после истечения их нормативного срока с обеспечением заданных требований к параметрам линий связи в целом дает обоснованную возможность сохранения дорогостоящей инфраструктуры и определения сроков плановой модернизации.

Практическая значимость проведенных исследований.

Практическое значение проведенных исследований определяется доказанной эффективностью использования аппроксимации распределения Пуассона для оценки количества отказов нормальным распределением Лапласа-Гаусса, что в дальнейшем с помощью теоремы К. Камбура и Л. Ламберсона позволяет оценивать доверительный интервал остаточного срока службы сетевых элементов, включая заменяемые в процессе эксплуатации. Распространение теоретических положений квалиметрии на оценку технического состояния средств связи позволяет проводить сопоставимый анализ систем, имеющих существенные различия как технологического, так и структурного характера. Результаты исследования стабильности в процессе эксплуатации параметров оптического волокна G.652 позволили распространить метод расчета нормативов запасных частей, инструментов и принадлежностей на обслуживание средств связи, с учетом ограниченности срока функционирования как основных, так и заменяемых частей на запас волоконно-оптического кабеля для аварийно-восстановительных работ при продлении эксплуатации за пределы его гарантийного срока.

Ценность научных работ соискателя. Ценность полученных соискателем научных результатов определяется их практической применимостью и технологической эффективностью, что подтверждается апробацией и использованием результатов в эксплуатационной практике.

В качестве направления дальнейших исследований рассматривается доработка разработанных методов в части возможности распространения их применения на сети доступа, включая перспективные мобильные сети связи.

Соответствие пунктам паспорта научной специальности. Тема исследования соответствует паспорту научной специальности 2.2.15: Системы, сети и устройства телекоммуникаций – область науки и техники, включающая вопросы исследования, разработки, проектирования и эксплуатации сетей, систем и устройств, обеспечивающих абоненту качественный обмен информацией с другими абонентами. Работа соответствует пункту 18 паспорта специальности - Разработка научно-

технических основ создания сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Все основные результаты, выводы и рекомендации диссертационной работы представлены в опубликованных автором работах, включающих 16 научных работ (в т.ч. две без соавторов), из которых 11 были опубликованы за последние пять лет, включая одну статью в издании, входящем в международную базу данных Scopus; восемь статей в журналах из Перечня ВАК (в т.ч. одна К2); одну работу в трудах XVII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества»:

1. Цым А.Ю., Деарт И.Д., Пальцин Д.А., Кузьмичев В.А. «Методика расчета нормативов группового ЗИП на ремонтно-эксплуатационное обслуживание оборудования связи». Электросвязь, 2015, № 6, с. 20-23.
2. Цым А.Ю., Деарт И.Д., Пальцин Д.А. «Методика расчета нормативов группового ЗИП для технического обслуживания оборудования связи», Сборник трудов X Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества» 16-17 марта 2016 г., с. 396-397.
3. Пальцин Д.А. «Результаты исследования временной стабильности коэффициента затухания, хроматической и поляризационно-модовой дисперсии оптического волокна». Сборник трудов XII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества» 14-15 марта 2018 г., том 2, с. 215-218.
4. Пальцин Д.А., Цым А.Ю. «К расчету нормативов ЗИП на ремонтно-эксплуатационное обслуживание средств связи». Сборник трудов XII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества» 14-15 марта 2018 г., том 2, с. 219-222.
5. Пальцин Д.А., Цым А.Ю. «Мониторинг сетей связи при помощи комплексной оценки их технического состояния». Сборник трудов XII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества» 14-15 марта 2018 г., том 2, с. 223-226.
6. Пальцин Д.А., Фень А.С., Ступницкий М.М. «Анализ эффективности существующей системы оценки качества оказания услуг сотовой связи в современных условиях». REDS: Телекоммуникационные устройства и системы, 2022, т.12, № 3, с. 23-35.

7. Пальцин Д.А., Плахов В.В., Фень А.С. «Применение протоколов ENUM для гармонизации сетей связи с коммутацией пакетов и коммутацией каналов». Электросвязь, 2022, № 10, с. 47-55.
8. Пальцин Д.А., Фень А.С., Гусев В.М., Деарт И.Д. «Текущие проблемы лицензирования интернет-сервисов, осуществляющих голосовые вызовы в сеть ТфОП». Электросвязь, 2023, № 1, с. 63-71.
9. Пальцин Д.А., Фень А.С., Гусев В.М., Деарт И.Д. «Назревшие дополнения к правилам лицензирования интернет-сервисов, осуществляющих голосовые вызовы в сеть ТфОП». Электросвязь, 2023, № 1, с. 72-78.
10. Пальцин Д.А., Фень А.С., Гусев В.М. «Исследование аспектов повышения эффективности системы СОРМ в сетях 5G». Сборник трудов XVII Международной отраслевой научно-технической конференция «Технологии информационного общества», 2023, с. 140-142.
11. Пальцин Д.А., Фень А.С., Горчаков А.П., Гусев В.М., Деарт И.Д., Цым А.Ю. «Проблемы идентификации абонентов, инициирующих голосовые соединения в сети передачи данных». Электросвязь, 2023, № 5, с. 53-62.
12. Пальцин Д.А. «Эксплуатационная надежность сетей связи при окончании срока службы оптических кабелей». Электросвязь, 2023, № 8, с. 42-48.
13. Константинова А.А., Пальцин Д.А., Захаров А.А., Фень А.С., Цым А.Ю., Шалагинов А.В. «Открытая сеть радиодоступа Open RAN для мобильных сетей 6G». Электросвязь, 2023, № 12, с. 43-48.
14. Пальцин Д.А., Пшеничников А.П. «Реформирование структуры лицензирования в сфере телекоммуникаций». Электросвязь, 2024, № 1, с. 51-60.
15. Пальцин Д.А., Нетес В.А., Цым А.Ю. «Методы резервирования для обеспечения устойчивого функционирования первичных сетей связи», Труды НИИР, 2024, № 3-4, с.2-13.
16. Denis A. Paltsin, Alexander Yu. Tsym. «Maintaining the Reliability of Communication Networks while Continuing Operation of Optical Cables Beyond their Warranty Period». Discrete & Continuous Models - Applied Computational Science, 2024, 32 (3) 294-305.

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

Диссертация «Разработка и применение статистических методов повышения функциональной устойчивости перспективных сетей связи» Пальцина Дениса Анатольевича рекомендуется к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.2.15: Системы, сети и устройства телекоммуникаций, отрасль науки - техническая.

Заключение принято на заседании базовой кафедры перспективных систем связи и телерадиовещания ФГАУ НИЦ Телеком.

Присутствовало на заседании 17 чел. Результаты голосования: «за» - 17 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол от 07.04.2025 г.

Заведующая базовой кафедрой
перспективные системы связи
и телерадиовещания, заместитель
директора научно-технического
центра ФГАУ НИЦ Телеком,
кандидат технических наук

М.В. Иванович

Ученый секретарь секции
научно-технического совета
ФГАУ НИЦ Телеком,
кандидат технических наук

С.В. Швец

Председатель
заседания
директор
ФГАУ
НИЦ
ТЕЛЕКОМ

