

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**Семенова Андрея Борисовича**

на диссертационную работу **Пальцина Дениса Анатольевича** на тему:  
«Разработка и применение статистических методов для повышения функциональной устойчивости перспективных сетей связи», представленную к защите в РДС 2022.003 на базе Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

**Актуальность темы исследования.** Современный этап развития информационной инфраструктуры страны характеризуется ускоряющимся процессом интеграции информационных и коммуникационных технологий, что приводит к новому качеству - к инфокоммуникациям. Ускоряется конвергенция фиксированных и мобильных сетей связи, виртуализация сетевых ресурсов, наблюдается экспоненциальный рост трафика, расширение номенклатуры инфокоммуникационных услуг, повышение требований к качеству и надёжности передачи больших объёмов информации.

Появление новых технологий привело к неизбежному функционированию и взаимодействию в единых сетях как новых, так и существующих технических средств. При этом возникают задачи обоснованного сохранения ресурсов всех функционирующих систем, в том числе за счёт продления их срока службы с использованием заменяемых изделий и принадлежностей.

Целью диссертационной работы является разработка методов повышения функциональной устойчивости сетей связи, а именно: модифицированных методов расчёта доверительных интервалов срока службы сетевых элементов; применение положений квалиметрии к обобщённой оценке технического состояния сети связи; метода расчёта группового ЗИП; метода формирования аварийного запаса для обеспечения эксплуатации волоконно-оптических кабелей связи за пределами их гарантийного срока с учётом нормативных требований к линиям связи.

Решение этих задач создаёт предпосылки обеспечения функциональной устойчивости сетей связи как в процессе модернизации, так и при текущей эксплуатации. Одной из задач является определение пригодности волоконно-

оптических кабелей после окончания назначенного при изготовлении срока службы. Актуальность этой задачи связана со значительной протяжённостью линий связи на основе оптического волокна.

### **Краткая характеристика основного содержания диссертации.**

Диссертация Д.А. Пальцина состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 146 источников.

*Во введении* обосновывается актуальность диссертационного исследования, определяется объект и предмет исследования, формулируется цель и основные задачи работы, описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач, характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация.

*В первой главе* выполнен анализ отечественной и зарубежной практики нормативного регулирования по проблеме обеспечения функциональной устойчивости телекоммуникационных сетей и эффективного их функционирования.

Проведён анализ возможных вариантов решения задачи резервирования, принятых на магистральных сетях связи. Анализ результатов расчётов коэффициентов готовности показал, что наиболее экономичной структурой со временем переключением 50 мс являются кольца *MS SPRing*. Затраты на резервирование в решетчатых сетях меньше, но время переключения достигает 1-2 мин.

*Во второй главе* обосновывается предложение по переходу на трёхзвенную структуру лицензирования услуг связи, включающую конвергентные, сервисные, инфраструктурные услуги.

*В третьей главе* разработана методика расчёта норм аварийного резерва и нормативов ЗИП на ремонтно-эксплуатационное обслуживание оборудования связи. Представлен алгоритм реализации метода расчёта группового ЗИП.

*В четвёртой главе* приведена оценка эксплуатационной надёжности сетей связи при окончании нормированного срока службы оптических кабелей. В основу положены результаты исследования временной стабильности коэффициента затухания, хроматической и поляризационно-модовой дисперсии оптического волокна на основе длительных измерений, проведённых на отдельных усилительных участках магистральной ВОЛС.

Разработана иерархическая модель функциональной устойчивости сетей и систем телекоммуникаций на базе обобщённой комплексной мультипликативной оценки технического состояния. Для обеспечения количественной оценки состояния сети связи предложено использование принципов квалиметрии.

**Достоверность, научная новизна и практическая значимость исследований.** Достоверность полученных результатов обусловлена применением в исследовании математического аппарата (теории надёжности, статистических методов обработки результатов наблюдений), корректным и достаточно строгим использованием математических методов. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях и семинарах.

В диссертации Д. А. Пальцина представлены результаты, обладающие научной новизной, имеющие практическую значимость:

1) Для волоконно-оптических линий связи разработан метод расчёта запаса волоконно-оптического кабеля для аварийно-восстановительных работ при продолжении использования кабелей после истечения их гарантийного срока с обеспечением заданных требований к линиям связи в целом. Метод разработан с учётом предложенной модели расчёта ЗИП и результатов исследования временной стабильности характеристик оптического волокна G.652. Это позволяет эффективно управлять процессом модернизации наиболее затратной составляющей телекоммуникационной инфраструктуры.

2) Разработана модель для расчёта нормативов запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП) на обслуживание средств связи. Модель позволила оценить доверительный интервал остаточного срока службы сетевых элементов, включая заменяемые.

3) Разработан метод мультипликативной, обобщённой, иерархической оценки технического состояния систем и сетей связи, основанный на теоретических положениях квалиметрии, для оценки технического состояния сетевых элементов, критически важных для обеспечения устойчивости функционирования сети связи. Метод сводит все показатели к одному безразмерному численному значению.

4) Обоснованы предложения по переходу на трёхзвенную структуру лицензирования, а также требования к порядку сетевого взаимодействия,

обеспечивающие идентификацию оконечных устройств во всех сетевых структурах, что создаёт нормативные основы перспективного роста функциональной устойчивости телекоммуникационных сетей.

**Обоснованность научных положений научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.** Научные положения и выводы диссертации полностью обоснованы. Это определяется использованием при разработке моделей и методов результатов экспериментальных наблюдений, применением математических методов теории вероятности и математической статистики. При разработке методов расчета работоспособности волоконно-оптических кабелей за пределами их гарантийного срока использованы выводы теории надежности, для построения метода мультипликативной, иерархической оценки технического состояния систем и сетей связи применены положения теории квалиметрии. Сделанные выводы корректны, согласованы и непротиворечивы. В целом, результаты адекватно соотносятся с направлениями развития современных и перспективных сетей связи. Вследствие этого, научные положения, выводы и рекомендации диссертации представляются обоснованными и заслуживают доверия.

**Ценность для науки и практики результатов работы** В целом представленные в диссертации Д. А. Пальцина результаты содержат новое научное решение задач, направленных на обеспечение повышения функциональной устойчивости современных и перспективных сетей связи. Использование разработанных методов расчета нормативов ЗИП позволяет оптимизировать эксплуатационные процессы, исключая необоснованные затраты. Применение иерархической мультипликативной оценки состояния технических средств создает эффективный механизм контроля эксплуатационных процессов. Результаты диссертационной работы показали подтвержденную актами эффективность своего использования в организациях связи, что свидетельствует о перспективности их применения в составе комплекса организационно-технических мероприятий по расширению функциональности и повышению устойчивости единой сети электросвязи Российской Федерации. Отдельного внимания заслуживает фактическое включение предложенных в главе 2 диссертации рекомендаций о порядке лицензирования услуг связи в сетях связи РФ в «Стратегию развития отрасли связи Российской Федерации на период до 2035 года», утверждённую распоряжением Правительства РФ от 24 ноября 2023 г. №3339-р.

**Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.** Основные результаты диссертации опубликованы в 16 научных работ, 8 статей в журнале «Электросвязь», включённом в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий из перечня ВАК (2 квартал); 3 статьи в рецензируемых журналах; 5 докладов в трудах X, XII и XVII Международных научно-технических конференций «Технологии информационного общества».

Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

### **Замечания по диссертационной работе.**

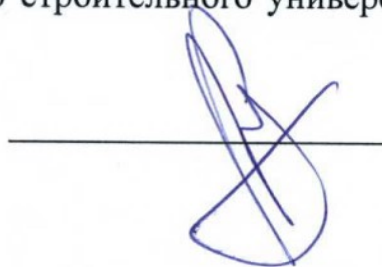
1. В выводах по результатам исследований в главе 1 приведена ссылка на «перечень критических технологий Российской Федерации», однако в содержании главы этот перечень не приведён.
2. Список сокращений не включает сокращения на английском языке.
3. В §4.2 при описании процессов старения оптических кабелей с детальным анализом химико-физических параметров пластификаторов можно было бы сократить или опустить.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования.

**Заключение.** Диссертационное исследование Пальцина Дениса Анатольевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение объединенных общим подходом научных задач повышения функциональной устойчивости сетей связи за счет использования разработанных методов расчета нормативов индивидуальных и групповых комплектов ЗИП; расчета требований к аварийным запасам волоконно-оптического кабеля при продолжении его эксплуатации за пределами его гарантийного срока; применения мультипликативной, обобщённой, иерархической оценки технического состояния систем и сетей связи; имеющих важное значение для эксплуатации современных и перспективных сетей связи. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном

образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор, Пальцин Денис Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

**Официальный оппонент**, Семенов Андрей Борисович, доктор технических наук (05.12.13 - «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»), профессор, профессор кафедры Механизации, автоматизации и роботизации строительства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), [kanz@mgsu.ru](mailto:kanz@mgsu.ru)



Семенов Андрей Борисович

06.03.2026г.

Подпись Семёнова А.Б. заверяю

Начальник отдела  
кадрового делопроиз-  
водства УРП  
А. В. ПИНЕГИН



Национальный исследовательский Московский государственный  
строительный университет (НИУ МГСУ)

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Тел.: +7 (495) 781-80-07; +7 (495) 287-49-14; +7 (495) 287-49-19

E-mail: [kanz@mgsu.ru](mailto:kanz@mgsu.ru)

Страница в интернете: <https://mgsu.ru/>