

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.004.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»  
МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19 июня 2024 г. № 5

О присуждении Степанец Ирине Валерьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и разработка методов расчёта пропускной способности радиорелейных линий с адаптивной модуляцией» по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 17 апреля 2024 года, протокол № 4 диссертационным советом 55.2.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 258/нк от 27 марта 2019 года.

Соискатель Степанец Ирина Валерьевна, 01.10.1988 года рождения, работает специалистом по планированию сетей связи в Обществе с ограниченной ответственностью «ИнфоТел-С».

В 2011 году соискатель окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» с присуждением квалификации инженера по специальности «Средства связи с подвижными объектами». С 2021 по 2024 год была прикреплена к СПбГУТ для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Диссертация выполнена на кафедре конструирования и производства радиоэлектронных средств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Одоевский Сергей Михайлович, основное место работы: федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного», кафедра сетей связи и систем коммутации, профессор кафедры; по совместительству: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра конструирования и производства радиоэлектронных средств, профессор кафедры.

Оппоненты: 1. Тихвинский Валерий Олегович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, основное место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение «Ордена Трудового Красного Знамени Российский научно-исследовательский институт радио имени М.И. Кривошеева», Центр исследований перспективных беспроводных технологий связи, главный научный сотрудник; 2. Векшин Юрий Евгеньевич, кандидат технических наук, основное место работы: федеральное государственное бюджетное учреждение «16 Центральный научно-исследовательский испытательный ордена Красной Звезды институт имени маршала войск связи А. И. Белова» Министерства Обороны Российской Федерации, 2-ое управление, ведущий научный сотрудник, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Коротковым Александром

Станиславовичем, д.т.н., проф., директором института электроники и телекоммуникаций, Гельгором Александром Леонидовичем, к.т.н., доц., председателем академического совета высшей школы прикладной физики и космических технологий, Медведевым Андреем Викторовичем, к.ф.-м.н., доц., секретарем заседания, утвержденном Фоминым Юрием Владимировичем, кандидатом физико-математических наук, проректором по научной работе, указала, что диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по разработке модели радиорелейной линии с адаптивной модуляцией (РРЛ с АМ), метода и методики расчёта пропускной способности РРЛ с АМ с целью повышения пропускной способности за счёт учёта режимов адаптивной модуляции и особенности функционирования РРЛ в миллиметровом диапазоне. Работа Степанец Ирины Валерьевны на тему «Исследование и разработка методов расчёта пропускной способности радиорелейных линий с адаптивной модуляцией» соответствует критериям, предъявляемым в отношении кандидатских диссертаций, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а её автор Степанец Ирина Валерьевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 16, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 6, в том числе 4 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также: 5 работ в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 2 результата интеллектуальной деятельности; 3 статьи в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Из них 2 работы опубликованы соискателем без соавторства. Общий объём авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 3,97 печ.л. из общего количества 8,43 печ.л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Степанец И.В. Методика расчёта пропускной способности радиорелейной линии с адаптивной модуляцией в условиях замираний, характерных для миллиметрового диапазона волн / И.В. Степанец // Труды учебных заведений связи. – 2023. – Т. 9. – № 3. – 91-103.

2. Степанец И.В. Модель функционирования сети связи, построенной на основе радиорелейных станций с адаптивной модуляцией и коммутацией пакетов / И.В. Степанец, С.М. Одоевский, В.О. Ключников // Труды учебных заведений связи. – 2021. – Т. 7. – № 4. – С. 63-76.

3. Степанец И.В. Особенности применения и планирования радиорелейной связи в сетях 5-го поколения / И.В. Степанец, С.М. Одоевский, В.А. Степанец, Е.М. Зайчик // Информатизация и связь. – 2019. – № 3. – С. 77-83.

4. Stepanets I.V. Capacity estimation ways of massive MIMO systems / I.V. Stepanets, G.A. Fokin, A. Mueller // T-Comm. – 2018. – Т. 12. – № 10. – P. 64-69.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ:

5. Stepanets I. Model of microwave link channel with adaptive modulation under the fading conditions / I. Stepanets, S. Odoevskii // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2022. – Т. 351. – P. 01064/1-01064/6.

6. Stepanets I. Model of integrated radio access and wireless backhaul for 5th generation network / I. Stepanets, G. Fokin, S. Odoevskii // International Youth Conference on Electronics, Telecommunications and Information Technologies: Proceedings of the YETI 2020, St. Petersburg, Russia. – Cham : Springer International Publishing. – 2020. – P. 637-645.

7. Stepanets I. Beamforming signal processing performance analysis for massive MIMO systems / I. Stepanets, G. Fokin // International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. – Cham: Springer International Publishing. – 2019. – P. 329-341.

Результаты интеллектуальной деятельности:

8. Степанец И.В. Расчёт радиорелейных интервалов с адаптивной модуляцией. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021619677 Российская Федерация / И.В. Степанец, В.О. Ключников, С.М. Одоевский ; заявитель и правообладатель Ключников В.О. – № 2021618923 ; заявл. 31.05.2021 ; опубл. 15.06.2021 – 1 с.

9. Степанец И.В. Способ передачи данных между радиорелейными станциями с адаптивной модуляцией. Патент № RU 2783387 / И.В. Степанец, В.О. Ключников, С.М. Одоевский ; заявитель и патентообладатель академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного. – № 2022112759 ; заявл. 11.05.2022 ; опубл. 11.11.2022.

Публикации в других изданиях:

10. Степанец И.В. Обработка и учёт статистических характеристик мультимедийного трафика / И.В. Степанец, С.М. Одоевский, М.И. Рафальская // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 2. – С. 385-390.

11. Степанец И.В. Методика расчёта пропускной способности радиорелейного интервала с адаптивной модуляцией в условиях райсовских замираний / И.В. Степанец // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022). XI Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2022. – Т. 3. – С. 371-376.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: ведущей организации СПбПУ; официального оппонента Тихвинского В.О.; официального оппонента Векшина Ю.Е.; Гречишникова Е.В., д.т.н., проф., директора по научно-техническому развитию; Санина Ю.В., к.т.н., доц., ведущего научного сотрудника научно-исследовательского отдела АО «НИИ «Рубин»; Сиека Ю.Л., д.т.н., проф., заведующего кафедрой систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного морского технического университета; Кирика Д.И., к.т.н., директора по научной работе АО «НИИМА «Прогресс»; Смирнова Д.А., к.т.н., технического директора филиала ПАО «МТС»; Мякинкова А.В., д.т.н., доц., директора института радиоэлектроники и информационных технологий Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева; Юрова А.В.,

д.ф.-м.н., проф., руководителя образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий» Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта; Иванова В.Э., д.т.н., проф., профессора кафедры радиоэлектроники и телекоммуникаций Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; Пищина О.Н., к.т.н., доц., заведующего кафедрой «Связь» Астраханского государственного технического университета; Салюка Д.В., к.т.н., доц., начальника отдела, Сударева А.П., к.т.н., доц., начальника сектора ПАО «Интелтех»; Соколова Б.В., д.т.н., проф., руководитель лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук; Григорьева С.В., к.т.н., ведущего специалиста по развитию беспроводной транспортной сети; Солодовника П.Н., директора дирекции по реализации проектов инфраструктуры на территории Северо-Запад ПАО Мегафон.

Все отзывы положительные. Имеются следующие критические замечания. Благодаря переходу современных сетей связи на пакетную структуру данных появилась возможность использовать режим адаптивной модуляции в радиорелейных линиях, которые традиционно использовались для работы только с постоянной скоростью передачи. При этом важным отличием разработанной в диссертации математической модели является учет особенностей пакетной структуры передаваемого по РРЛ с АМ разнородного мультимедийного трафика, в котором предлагается различать и по-разному оценивать непрерывный и прерывистый трафик, что не делается согласно существующим методикам расчета РРЛ, но давно уже назрело на практике. Однако актуальность этого отдельного учета характеристик составных частей трафика в первой главе диссертации раскрыта очень слабо и отражена только в выводах по этой главе. В первой главе диссертации упоминается факт дополнительного использования миллиметрового диапазона и в сети радиодоступа, и в транспортной сети организованной на основе базовых станций gNB с использованием технологии IAB (Integrated Access Backhaul), но в следующих главах при описании разработанной модели, метода и методики это не нашло отражения, хотя у автора

есть публикация по этой тематике. В современных радиорелейных станциях адаптивная модуляция применяется в сочетании с адаптацией по мощности передатчика. Автор упоминает об этой особенности реализации адаптивной модуляции в реальной аппаратуре радиорелейных станций, в частности, во второй главе на рисунке 2.4 и в комментариях к этому рисунку. Однако, учитывается ли (в явном или неявном виде) совместная адаптация на интервалах РРЛ по скорости и по мощности в разработанной математической модели, в диссертации не говорится. Как гистерезис переключений между соседними уровнями модуляции учитывается в разработанной модели РРЛ с адаптивной модуляцией, в диссертации в явном виде не указывается. Судя по представленным материалам диссертации, при разработке предлагаемого метода автор обработал и использовал статистические данные наблюдений, проведенных в течение пятнадцати месяцев, однако на рисунках 3.7-3.10 в третьей главе, отражена совмещенная статистика уровня сигнала и параметров метеоусловий только для одного месяца. Для более полного и разностороннего обзора следовало бы привести результаты для различных сезонов года с акцентом на наихудшем месяце, как это принято в существующих методиках расчета РРЛ. В разделе 3 (табл. 3.2) при описании динамики изменения мощности сигнала на приеме автор приводят значения среднеквадратического отклонения (СКО) для различных амплитудно-квадратурных модуляций, но не отмечает и не комментирует наблюдаемую закономерность увеличения СКО при уменьшении уровня модуляции. Автором отмечено, что в ходе моделирования результатов использовался ряд специализированных пакетов (MATLAB, Mathcad и Python). Такое разнообразие средств моделирования, как правило, на практике приводит к избыточной сложности и, следовательно, низкому уровню автоматизации, поэтому автору следовало проводить моделирование только с помощью одного средства. В первом разделе при описании проекта X-Haul следовало бы уточнить – каких именно ключевых показателей эффективности функционирования распределительной транспортной сети требуется достичь в концепции взаимосвязи backhaul и fronthaul. Во втором разделе упоминается двухлучевая модель с диффузным замиранием мощности сигнала, но при разработке модели

радиорелейной линии с адаптивной модуляцией она не учитывается. В третьем разделе для проверки допустимости гипотезы автор использует критерий согласия Колмогорова, но не приводит обоснования выбора именно этого способа и его отличий от каких-либо других критериев, например, критерия согласия Пирсона. Производя компьютерное моделирование автор применяет универсальные программные средств MATLAB, Mathcad и Python, однако не показывает, в какой степени разработанные программы были использованы для предлагаемой реализации полученных результатов в составе специализированного программного комплекса ONEPLAN RPLS-DB Link. При описании разработанного метода в автореферате представлена система уравнений (8) и указывается, что её необходимо решить относительно искомых переменных, однако само решение (ни численное, ни аналитическое) не приводится, хотя именно оно важно для использования данного метода. Автору следовало бы пояснить в автореферате поведение кривых, полученных в результате использования предложенной модели, представленных на рис. 1 и 2. Не в полной мере раскрыта разработанная методика расчёта пропускной способности РРЛ с АМ при планировании и оптимизации РРЛ. В автореферате автор приводит результаты расчётов по предложенной модели и указывает значение  $k$ -фактора распределения Райса  $k = 15$ , при этом не поясняя, чем он руководствовался при выборе этого значения. В разработанной модели предлагается учёт различных типов трафика: непрерывного, прерывистого и агрегированного. Однако в автореферате отсутствует классификация передаваемых видов данных для каждого из учитываемых типов трафика, например, служебный трафик, обмен файлами, передача мультимедийных данных и др. Автор указывает в автореферате, что для проверки верности гипотезы использовался критерий согласия Колмогорова, но не объясняет, почему выбран этот критерий, а не, использованы другие критерии согласия. Судя по автореферату, по результатам сравнения и анализа статистических данных погодных параметров и уровня сигнала на входе приемника сделан вывод, что наиболее существенное влияние на уровень сигнала оказывает интенсивность дождя и не приводится количественная оценка, подтверждающая такой вывод. Также следовало бы привести

количественную оценку влияния на уровень сигнала других погодных параметров, представленных в автореферате на рис. 4.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью и достижениями в предметной области исследований, наличием публикаций по рассматриваемой тематике и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор Тихвинский Валерий Олегович – ведущий специалист в области актуальных научно-технических и экономико-правовым аспектов развития и внедрения современных технологий радиосвязи, академик РАЕН, Лауреат Премии Российской Федерации в области науки и техники, Почетный радист Российской Федерации, имеет большой опыт работы в международных организациях стандартизации и регламентации в области электросвязи, таких как МСЭ, СЕРТ/ЕСС, ETSI, активно работает в технических комитетах ETSI «Технологии связи между машинами» (ТС M2M) и «Сети широкополосного радиодоступа» (ТС BRAN). Кандидат технических наук, Векшин Юрий Евгеньевич – специалист в области исследований, разработки, модернизации и эксплуатации систем, средств и комплексов радиорелейной связи. Ведущая организация Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого является передовым образовательным учреждением высшего образования и ведущим научным центром, проводящим исследования мирового уровня. Учёные высшей школы прикладной физики и космических технологий института электроники и телекоммуникаций, являющейся подразделением СПбПУ, широко известны результатами исследований в предметной области диссертации Степанец И.В. Институт электроники и телекоммуникаций СПбПУ зарекомендовал себя такими достижениями в области телекоммуникаций как разработка современных методов модуляции в цифровых системах передачи информации, цифровая обработка сигналов, а также разработка телекоммуникационных и антенных систем, в частности силами таких учёных, как Гельгор А.Л., Коротков А.С., Завьялов С.В, Макаров С.Б.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны:** математическая модель радиорелейной линии с адаптивной модуляцией, которая, в отличие от известных, включает аналитические зависимости, позволяющие рассчитывать значения показателей достоверности, устойчивости и пропускной способности радиорелейных интервалов и линий с учётом специфики передачи двух типов пакетного трафика (непрерывного и прерывистого) с использованием адаптивной модуляции в условиях замираний, характерных для радиорелейной связи; метод расчёта пропускной способности РРЛ с АМ, который отличается предложенным новым более точным математическим выражением для функции распределения вероятности глубины замираний, что позволяет более достоверно прогнозировать влияние условий распространения радиоволн в миллиметровом диапазоне волн на показатели устойчивости и пропускной способности радиорелейных линий; методика расчёта пропускной способности РРЛ с АМ при их планировании и оптимизации, которая в отличие от известных, позволяет учитывать особенности замираний в различных диапазонах волн и их влияние на адаптивное изменение пропускной способности, распределяемой между двумя типами пакетного трафика, в различных условиях применения радиорелейных линий; **предложены** нестандартный подход к оценке показателей качества функционирования радиорелейных линий с адаптивной модуляцией; оригинальные суждения об устойчивости и пропускной способности радиорелейных линий с учётом одновременной передачи разных типов трафика; **доказаны** перспективность использования разработанной методики в практике радиорелейной связи; справедливость предложенных аналитических выражений для функции распределения вероятности замираний в миллиметровом диапазоне волн на основе обработанных результатов измерений; **введена** изменённая трактовка пригодности радиорелейных линий с адаптивной модуляцией, используемых для одновременной передачи нескольких разных типов трафика.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказаны** положения, вносящие вклад в расширение представлений о системах радиорелейной связи как системах передачи данных не только с постоянной, но и

с переменной скоростью, адаптивно изменяемой в зависимости от условий функционирования; **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы математического моделирования, теории вероятности и математической статистики, теории связи, теории распространения радиоволн, теории надёжности радиотехнических систем; **изложены** идеи и доказательства применимости в радиорелейной связи методов учета адаптивной модуляции, подобных используемым в мобильной связи; **раскрыты** противоречия между наличием методов расчёта РРЛ, построенных на основе устаревших радиорелейных станций, работающих с постоянной скоростью передачи однородного цифрового потока данных, и необходимостью расчёта РРЛ, построенных на основе перспективных радиорелейных станций, работающих с переменной скоростью передачи разнородного пакетного трафика; **изучены** связи характеристик современных адаптивных радиорелейных линий с их применением в инфраструктуре эволюционирующих поколений беспроводных телекоммуникационных сетей; причинно-следственные связи параметров метеоусловий с параметрами замираний на радиорелейных интервалах в миллиметровом диапазоне волн; **проведена модернизация** существующих математических моделей и методов, используемых при расчете радиорелейных линий, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены** математическая модель РРЛ с АМ и метод расчета её пропускной способности в составе действующего программного комплекса планирования и оптимизации радиорелейной связи (в виде соответствующих программных модулей), который уже применяется федеральными и региональными операторами сотовой связи и является инструментом для разработки обоснованных проектных решений по развитию и совершенствованию беспроводного сегмента их транспортных сетей; **результаты внедрены** в учебном процессе Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича и реализованы в программном комплексе ONEPLAN RPLS-DB планирования и оптимизации подвижной и фиксированной связи (сетевая версия) в конфигурации

ONEPLAN RPLS-DB Link планирования и оптимизации радиорелейной связи (автономный модуль), внесённом в Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных; **определены** пределы и перспективы практического использования разработанной методики на практике при планировании применения РРЛ с АМ в различных условиях; **создана** система практических рекомендаций по повышению пропускной способности РРЛ за счет совместного использования АМ с режимами разделения по поляризации (ХРПС) и агрегации несущих в разных диапазонах волн (SDB); **представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию методики расчета РРЛ с АМ, в части касающейся учета дополнительных метеофакторов и параметров пакетного трафика в сетях РРЛ с адаптивно изменяемыми маршрутами.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** для **экспериментальных работ** результаты измерений уровня сигнала на радиорелейных интервалах получены на сертифицированном радиорелейном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования в различных метеорологических условиях; **теория** построена на известных, проверяемых данных и для предельных случаев учитываемых замираний согласуется с опубликованными рассчитанными и экспериментальными данными по смежным отраслям применения адаптивной модуляции; **идея базируется** на анализе практики и обобщения опыта использования РРЛ с АМ при передаче разнородного пакетного трафика в различных условиях; **использованы** сравнение авторских данных для РРЛ с АМ и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике для аналогичных и других систем радиосвязи в других диапазонах волн; **установлено** количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике в случае задания совпадающих исходных данных; **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации о замираниях на радиорелейных интервалах в миллиметровом диапазоне волн.

**Личный вклад соискателя состоит в том,** что все новые научные результаты на всех этапах исследования были получены посредством личного участия соискателя и апробированы на конференциях и опубликованы в

рецензируемых научных журналах ВАК и SCOPUS. Автор лично выполнил обработку всех измерений, выявил взаимосвязи и влияние погодных условий на уровень сигнала, разработал математическая модель РРЛ с АМ, метод и методику расчёта пропускной способности РРЛ с АМ при различных условиях функционирования. Основные результаты работы внедрены в специализированном инженерном программном обеспечении по расчёту показателей качества РРЛ с АМ.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1. При рассмотрении методов адаптивной модуляции предполагается мгновенное переключение режимов модуляции, что возможно только при идеальном канале обратной связи, в то время как этот канал имеет свои характеристики помехоустойчивости, что требует учета при проведении исследований. 2. Предложенный автором метод моментов справедлив только для эргодических процессов, которыми могут быть описаны характеристики канала при медленных замираниях, в то время как при рассмотрении быстрых замираний необходимо описывать характеристики канала нестационарными случайными процессами, для которых использование метода моментов не является недостаточно корректным.

Соискатель Степанец И.В. в ходе заседания ответила на задаваемые ей вопросы, согласилась с замечаниями и привела собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Исследование и разработка методов расчёта пропускной способности радиорелейных линий с адаптивной модуляцией» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 2, 8 и 13 паспорта научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

На заседании 19 июня 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Степанец И.В. ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке метода и методики расчёта пропускной способности радиорелейной линии с адаптивной модуляцией при планировании и

оптимизации радиорелейных линий в различных условиях применения с учётом особенностей распространения радиоволн в миллиметровом диапазоне, имеющей важное значение для развития отрасли знаний в области радиорелейной связи.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,  
доктор технических наук, профессор



Гоголь Александр Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

21 июня 2024 года