



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ «РУБИН»
ИНН 7802776390/КПП 780201001
ул. Кантемировская, дом 5,
г. Санкт-Петербург, 194100, РФ
Тел.: +7 (812) 670-89-89,
Факс: +7 (812) 596-35-81,
E-mail: inforubin@rubin-spb.ru

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
АО «НИИ «Рубин»

 С.С. Степанов

«27» мая 2024 г.

ОТЗЫВ

на автореферат Степанец Ирины Валерьевны на тему «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»

В настоящее время наблюдается явная потребность в увеличении пропускной способности современных сетей подвижной связи. Основная нагрузка в этих сетях приходится на транспортный сегмент, который осуществляет передачу объединённых потоков данных между сетями доступа и ядром сети. Современный транспортный сегмент сетей подвижной связи базируется как на волоконно-оптических, так и на радиорелейных линиях (РРЛ), в которых для достижения высокой пропускной способности используется миллиметровый диапазон волн и применяются такие технологии, как адаптивная модуляция (AM), динамическое распределение канальных ресурсов между различными типами пакетного трафика, в том числе, с динамическим выбором разных диапазонов волн, и др. Перечисленные технологии уже используются на практике, однако действующие методики расчёта их не учитывают, что обуславливает **актуальность темы** рассматриваемой диссертации.

Среди свойств, которые должны быть учтены при расчёте современных РРЛ для корректного планирования и которые отсутствуют в существующих методиках, следует выделить следующие:

- режимы работы радиорелейных линий с адаптивной модуляцией;
- особенности пакетной передачи данных по РРЛ с АМ в транспортном сегменте сетей подвижной связи;
- особенности условий распространения радиоволн в миллиметровом диапазоне E-band, проявляющиеся в процессе функционирования РРЛ с АМ.

Вышеперечисленное определило постановку и последующее решение следующей **научной задачи**: разработать метод и методику 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.

К основным научным результатам, полученным лично автором и отвечающим критерию **научной новизны**, следует отнести:

1. Математическую модель радиорелейной линии (РРЛ) с адаптивной модуляцией (АМ), представляющую собой аналитические зависимости показателей достоверности, устойчивости и пропускной способности радиорелейных интервалов и линий от технических характеристик радиорелейных станций (РРС) и от параметров условий распространения радиоволн.

2. Метод расчёта пропускной способности РРЛ с АМ, учитывающий особенности распространения радиоволн в миллиметровом диапазоне в виде предлагаемого распределения вероятностей глубины замираний, полученного на основе обработанных результатов измерений.

3. Методику расчёта пропускной способности РРЛ с АМ при планировании и оптимизации радиорелейных линий в различных условиях применения, представляющую собой последовательность расчётов

коэффициентов неустойчивости радиорелейных интервалов для всех уровней модуляции, пропускной способности для непрерывного и прерывистого трафика и пересчёт полученных результатов к аналогичным показателям качества радиорелейной линии.

Теоретическая значимость исследования заключается в дальнейшем развитии моделей и методов расчета пропускной способности РРЛ С АМ, функционирующих в миллиметровом диапазоне волн.

Практическая значимость результатов исследования заключается в применении разработанного программного комплекса планирования и оптимизации радиорелейной связи в деятельности операторов сотовой связи, а также использовании в учебном процессе СПбГУТ. Автором получены патент РФ на изобретение и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Обоснованность и достоверность полученных автором результатов обеспечивается применением апробированного математического аппарата, обоснованным выбором и полнотой исходных данных, корректностью вводимых ограничений и допущений, состоятельностью полученных в ходе моделирования оценок.

Совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о его личном вкладе в науку. Предлагаемые автором новые решения строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями. Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Перечень и хронология публикаций автора, включающие 16 научных трудов (в том числе 6 в рецензируемых научных изданиях, 5 – в изданиях SCOPUS), свидетельствуют о достаточно полном представлении результатов исследования научной общественности. Полученные научные

результаты исследования в апробированы в ходе их обсуждения на научно-технических конференциях различного уровня.

Автореферат соответствует действующим требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 и в достаточной мере отражает основные положения диссертационной работы.

В качестве **замечаний и недостатков**, судя по автореферату диссертации, необходимо отметить следующие:

1. 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.

2. Некоторые математические зависимости (формулы (4) - (6)) имеют неточности в расшифровке буквенных выражений, что затрудняет логическое восприятие представляемых результатов.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера, обусловлены ограниченным объемом автореферата и не снижают научную и практическую значимость выполненной диссертационной работы.

Вывод: Диссертационная работа диссертации Степанец Ирины Валерьевны на тему: « Исследование и разработка методов расчёта пропускной способности радиорелейных линий с адаптивной модуляцией» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, является актуальным и завершённым исследованием, обладающим внутренним единством, в котором на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития технической отрасли знаний.

Диссертационная работа Степанец Ирины Валерьевны соответствует требованиям п.п. 9, 10, 11 и 13 «Положения о присуждении ученых

степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 в ред. от 05.07.2021 г., а ее автор - Степанец Ирина Валерьевна, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научно-исследовательского отдела АО «НИИ «Рубин», протокол № 16(128)/24 - НИО от 27 мая 2024г.

Отзыв подготовили:

Директор по научно-техническому развитию
доктор технических наук, профессор

 Евгений Владимирович Гречишников

Ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела
кандидат технических наук, доцент

 Юрий Васильевич Санин