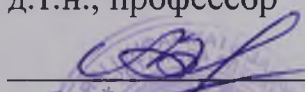


УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования
«Белорусская государственная
академия связи»

д.т.н., профессор

 А.О. Зеневич
« 2 » октября 2026 г.

ОТЗЫВ
ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Рощупкина Якова Викторовича**
«Когерентный и самокогерентный прием двух- и многопозиционных
сигналов в волоконно-оптических системах передачи», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.12.13 – системы, сети и устройства телекоммуникаций

**Соответствие содержания диссертации заявленной специальности
и отрасли науки**

Диссертация Рощупкина Я.В. посвящена разработке методов передачи и приема оптических сигналов, направленных на повышение энергетической, спектральной и информационной эффективности волоконно-оптических систем передачи. Содержание диссертации полностью соответствует отрасли технических наук и специальности 05.12.13 – системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Область исследований соответствует разделу III паспорта специальности 05.12.13 – системы, сети и устройства телекоммуникаций, утвержденному приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 03.04.2026 г. № 81, по следующим пунктам: п. 2. Совершенствование существующих и разработка новых сетей, систем и устройств телекоммуникаций для достижения высокой информационной, спектральной и энергетической эффективности передачи данных, включая мультисервисные сети, коммутаторы, маршрутизаторы и протоколы таких сетей, обеспечивающие необходимый уровень качества предоставления телекоммуникационных услуг; п. 3. Анализ, синтез и оптимизация сетей, систем и устройств телекоммуникаций, включая разработку методов и алгоритмов оценки характеристик и настройки телекоммуникационных и мультисервисных сетей, систем и устройств; п. 4. Анализ, синтез и оптимизация сигналов в сетях, системах и устройствах телекоммуникаций, включая исследование и разработку новых телекоммуникационных сигналов.

Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Научный вклад соискателя в решение научной задачи включает разработку:

- группы методов самокогерентного приема: метода самокогерентного приема оптических сигналов с дифференциальной фазовой модуляцией, метод передачи и приема оптических сигналов с усилением несущей, метода передачи и приема оптических сигналов с усилением пилот-сигнала;

- метода дуплексной одноволоконной передачи и приема оптических сигналов без спектрального разделения встречных потоков, отличающийся применением гетеродинного приема и биимпульсного линейного кодирования на передаче;

- метода когерентного (гомодинного) приема оптических сигналов с квадратурной фазовой модуляцией и поляризационным разделением, основанный на использовании 90-градусного оптического смесителя для смешения принимаемого оптического сигнала с опорным излучением и определения значения фазы принимаемого сигнала.

Предложенные в диссертационной работе методы направлены на повышение энергетической, спектральной и информационной эффективности волоконно-оптических систем передачи.

Научная значимость результатов диссертации подтверждается соответствующими публикациями, в число которых входят 6 статей в научных журналах, соответствующих пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, 9 статей в сборниках материалов конференций, 2 статьи в сборниках тезисов докладов конференций, один патент Республики Беларусь на полезную модель.

Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Диссертация Рощупкина Я.В. представляет собой завершенное самостоятельное научное исследование, в котором получены новые научно обоснованные результаты, обладающие теоретической и практической значимостью. Основные результаты, за которые может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук, а также положения, выносимые на защиту, являются новыми и оригинальными. Наиболее значимыми среди них являются:

- метод самокогерентного приема оптических сигналов с дифференциальной фазовой модуляцией, основанный на использовании интерферометра Маха-Цандера для преобразования дифференциальной фазовой модуляции в модуляцию интенсивности, отличающийся отдельным усилением сигналов двух фотодиодов на выходе интерферометра с их

последующим сравнением в решающем устройстве, что позволяет получить улучшение чувствительности на величину до 1,5 дБ по сравнению с усилением разностного сигнала двух последовательно включенных фотодиодов;

- метод передачи и приема оптических сигналов, основанный на избирательном усилении оптической несущей на приемной стороне, отличающийся использованием узкополосного оптического усилителя Мандельштама-Бриллюэна и линейным кодированием передаваемого сигнала для формирования защитного интервала между информационными составляющими и несущей в процессе модуляции, позволяющий получить улучшение чувствительности приемного устройства на величину до 6,64 дБ для скорости передачи 2,5 Гбит/с и вероятности ошибки 10^{-9} по сравнению с методом прямого фотодетектирования без усиления несущей;

- метод передачи и приема оптических сигналов, отличающийся введением в спектр передаваемого сигнала однотонального пилот-сигнала и его избирательном усилении при помощи узкополосного оптического усилителя Мандельштама-Бриллюэна на приемной стороне, позволяющий получить улучшение чувствительности на величину до 3 дБ для скорости передачи 10 Гбит/с и вероятности ошибки 10^{-9} по сравнению с методом прямого фотодетектирования без использования пилот-сигнала;

- метод дуплексной одноволоконной передачи и приема оптических сигналов без спектрального разнесения сигналов встречных потоков, отличающийся применением гетеродинного приема и биимпульсного линейного кодирования на передаче, позволяющий уменьшить влияние помехи обратного рассеивания и за счет этого обеспечить дуплексную передачу с увеличением объема передаваемых данных в 2 раза без ухудшения отношения сигнал-шум;

- метод когерентного (гомодинного) приема оптических сигналов с квадратурной фазовой модуляцией и поляризационным разделением, основанный на использовании 90-градусного оптического смесителя для определения значения фазы принимаемого сигнала, отличающийся раздельным усилением сигналов четырех фотодиодов на выходе смесителя с их последующим попарным сравнением в решающем устройстве, позволяющий улучшить чувствительность приемного устройства до -51 дБм для скорости передачи 10 Гбит/с и вероятности ошибки 10^{-9} , что позволяет получить улучшение чувствительности на величину до 1,5 дБ по сравнению с усилением разностного сигнала последовательно включенных фотодиодов.

Результаты диссертационного исследования Рощупкина Я.В. нашли применение в интересах реального сектора экономики в рамках выполнения в учреждение образования «Белорусский государственный университет

информатики радиозлектроники» хозяйственных договоров НИОКР по темам: «Изготовить опытные образцы, провести наладку и настройку головной и рабочей станции 32-канальной волоконно-оптической системы по теме «Разработать и изготовить оборудование цифровой 32-канальной волоконно-оптической системы со спектральным разделением для сети кабельного телевидения», «Изготовить опытные образцы, провести наладку и настройку комплекта оборудования 32-канальной волоконно-оптической системы», «Разработать модуль оптического передатчика обратного канала для интерактивных гибридных сетей кабельного телевидения», а так же были использованы в ОАО «Пеленг» при выполнении ОКР «Создание детектора метана лазерного ДМЛ-100А».

Замечания по диссертации

1 В тексте диссертации имеется ряд опечаток на страницах 7, 9, 10, 14, 24, 52, 53, 57, 65, 59, 95 и 99. В Перечне сокращений и обозначений не приведены все сокращения, встречающиеся в тексте диссертации (ВРМБ, ОСШ и другие).

2 В подразделе 2.2 на странице 56 для расчета графической зависимости выигрыша по соотношению сигнал/шум от мощности принятого сигнала используются конкретные значения параметров, однако, не указывается почему выбраны именно эти значения.

3 В подразделе 2.3 на странице 63 приведены формулы (2.35), (2.36), (2.37), по которым следует проводить расчет, в диссертации не указан первоисточник этих формул. Не приводится обоснование выбора величины пикового коэффициента усиления ВРМБ при расчете шумовых составляющих приемника.

4 На рисунке 2.11 приведены графические зависимости выигрыша по соотношению сигнал/шум от битовой скорости передачи при различных мощностях принятого сигнала, на рисунке 2.15 приведено семейство зависимостей ОСШ от мощности накачки лазера с учетом и без учета шума спонтанной эмиссии, нет объяснения каким образом они рассчитаны.

5 В четвертой главе разработаны и исследованы имитационные модели ВОСП, реализующие методы, предложенные в диссертационной работе. Моделирование производилось с помощью программного пакета OptiSystem компании OptiWave Inc. В диссертации нет сведений о валидации этого программного пакета для подтверждения того, что математические модели, алгоритмы и результаты расчетов программного пакета адекватно и с заданной точностью моделируют предложенные в диссертации методы самокогерентного приема сигналов, метод дуплексной одноволоконной передачи и приема оптических сигналов без спектрального разделения

встречных потоков, метод когерентного (гомодинного) приема оптических сигналов с квадратурной фазовой модуляцией и поляризационным разделением.

6 На странице 10 в одном из подпунктов 1 пункта научной новизны вкралась фраза «с увеличением чувствительности приемника до 3 дБ», что содержит техническую неточность или требует уточнения контекста. В радиоэлектронике и связи чувствительность приемника измеряется либо в абсолютных единицах (например, в дБм), либо речь идет об изменении (улучшении) чувствительности на 3 дБ. Фраза «улучшение чувствительности на 3 дБ» является самой однозначной и профессиональной.

Так как в диссертации в данном случае представлена максимальная величина диапазона возможных значений улучшения чувствительности, то следует использовать фразу «улучшение чувствительности на величину до 3 дБ».

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Указанные замечания, тем не менее, не изменяют сущности, научной значимости результатов исследований, достоверности сделанных на их основе выводов и рекомендаций рассматриваемой диссертации.

Приведенные в диссертационной работе выводы и научные положения являются теоретически обоснованными и подтвержденными результатами моделирования, подтверждены публикациями в рецензируемых научных журналах и на профильных научных конференциях. Анализ содержания диссертации и автореферата, а также объема и уровня научных публикаций, уровень представления диссертации на научном собрании позволяет сделать вывод о том, что научная квалификация соискателя соответствует степени кандидата наук по заявленной специальности, а диссертационная работа на тему «Когерентный и самокогерентный прием двух- и многопозиционных сигналов в волоконно-оптических системах передачи» является законченной квалификационной работой, отвечающей всем требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Заключение

Анализ диссертации и автореферата Рошупкина Я.В. позволяет сделать следующее заключение.

Диссертационная работа, выполненная в учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», представляет собой законченный научный труд,

отвечает требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям в области технических наук, соответствует п.21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий», содержит новые научно обоснованные результаты, совокупность которых вносит вклад в развитие методов передачи и приема оптических сигналов.

Соискатель Рощупкин Яков Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – системы, сети и устройства телекоммуникаций, за новые научно обоснованные результаты, включающие:

- методы самокогерентного приема сигналов в волоконно-оптических системах передачи (метод самокогерентного приема оптических сигналов с дифференциальной фазовой модуляцией, основанный на использовании интерферометра Маха – Цандера для преобразования дифференциальной фазовой модуляции в модуляцию интенсивности, отличающийся раздельным усилением сигналов двух фотодиодов на выходе интерферометра с их последующим сравнением в решающем устройстве, что позволяет получить улучшение чувствительности на величину до 1,5 дБ по сравнению с усилением разностного сигнала двух последовательно включенных фотодиодов; метод передачи и приема оптических сигналов, основанный на модуляции интенсивности на передающей стороне и усилении оптической несущей на приемной стороне, отличающийся использованием узкополосного оптического усилителя Манделштама – Бриллюэна для усиления несущей и дополнительным линейным кодированием передаваемого сигнала для формирования защитного интервала между информационными составляющими и несущей в процессе модуляции, позволяющий получить улучшение чувствительности приемного устройства на величину до 6,64 дБ для скорости передачи 2,5 Гбит/с и вероятности ошибки 10^{-9} по сравнению с методом прямого фотодетектирования без усиления несущей; метод передачи и приема оптических сигналов, отличающийся введением в спектр передаваемого сигнала дополнительной однотональной компоненты – пилот-сигнала и его избирательном усилении при помощи узкополосного оптического усилителя Манделштама – Бриллюэна на приемной стороне, позволяющий получить улучшение чувствительности на величину до 3 дБ для скорости передачи 10 Гбит/с и вероятности ошибки 10^{-9} по сравнению с методом прямого фотодетектирования без использования пилот-сигнала);

- метод дуплексной одноволоконной передачи и приема оптических сигналов без спектрального разделения встречных потоков, отличающийся применением гетеродинного приема и биимпульсного линейного кодирования на передаче, позволяющий обеспечить дуплексную передачу с

увеличением объема передаваемых данных в 2 раза без ухудшения отношения сигнал-шум;

– метод когерентного (гомодинного) приема оптических сигналов с квадратурной фазовой модуляцией и поляризационным разделением, основанный на использовании 90-градусного оптического смесителя для смешения принимаемого оптического сигнала с опорным излучением и определения значения фазы принимаемого сигнала, отличающийся раздельным усилением сигналов четырех фотодиодов на выходе смесителя с их последующим попарным сравнением в решающем устройстве, позволяющий улучшить чувствительность приемного устройства до -51 дБм для скорости передачи 10 Гбит/с и вероятности ошибки 10^{-9} , что позволяет получить улучшение чувствительности на величину до 1,5 дБ по сравнению с усилением разностного сигнала последовательно включенных фотодиодов.

Отзыв оппонировавшей организации, подготовленный экспертом Ждановичем С.В., кандидатом технических наук, доцентом, назначенным приказом № 287 от 23.09.2026, рассмотрен и утвержден на научном собрании учреждения образования «Белорусская государственная академия связи», состоявшемся 02.10.2026, в соответствии с п.45 Положения о совете по защите диссертаций (протокол №1 от 02.10.2026), на котором соискатель Рощупкин Я.В. выступил с докладом.

На заседании присутствовало:

Всего – 18, докторов наук – 2, кандидатов наук – 13.

Результаты открытого голосования присутствовавших на заседании, которые имеют ученые степени:

«за» – 15, «против» – нет, «воздержались» – нет.

Председатель научного собрания
доктор военных наук, профессор

М.В. Пылинский

Эксперт оппонировавшей организации
кандидат технических наук, доцент

С.В. Жданович

Ученый секретарь научного собрания
кандидат технических наук, доцент

С.Н. Нефедов