

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.099.21, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от **20 ноября 2018 № 10**

О присуждении Богатыреву Евгению Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование модемов помехозащищённых станций спутниковой и тропосферной связи» по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 03.09.2018 г. (протокол заседания № 10.2) диссертационным советом Д 212.099.21, созданным на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, приказ №96/нк от 09.02.2015 г.

Соискатель Богатырев Евгений Владимирович, 1980 года рождения, в 2002 году соискатель окончил Красноярский государственный технический университет, в 2007 году закончил заочную аспирантуру при ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», работает техническим директором в Акционерном обществе «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь», Государственная корпорация «Ростех».

Диссертация выполнена на кафедре «Радиоэлектронные системы» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Галеев Ринат Гайсеевич, АО «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь», генеральный директор.

Официальные оппоненты:

Носков Владислав Яковлевич – доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», департамент Радиоэлектроники и связи, профессор;

Николаенко Владимир Макарович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ФГБУ «16 Центральный научно-исследовательский испытательный институт Министерства обороны Российской Федерации имени маршала войск связи А.И. Белова», отдел средств, комплексов и сетей спутниковой связи, главный научный сотрудник – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация АО «Научно-производственный центр «Вигстар», г. Москва, в своём положительном отзыве, подписанном Максименко Андреем Владимировичем, кандидатом технических наук, научно-технический центр № 6, заместитель начальника, указала, что диссертация посвящена исследованиям в области создания модемов станций спутниковой и тропосферной радиосвязи, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований разработаны новые методы повышения помехозащищённости и пропускной способности модемов станций спутниковой и тропосферной связи, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное достижение в области систем радиосвязи. Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842).

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, в изданиях, входящих в базы «Scopus» и «Web of science» – 3; в трудах всероссийских и международных конференций – 11. Общий объём публикаций составляет приблизительно 5,3 печатных листа. В публикациях отражены основные научные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы. В публикациях, включенных в список основных по теме диссертации и подготовленных в соавторстве, вклад соискателя оценивается от 50 до 70 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени. Наиболее значительные работы: 1. Помехоустойчивость квазиоптимального корреляционного приёмника шумоподобного сигнала с минимальной частотной манипуляцией / В.Н. Бондаренко, Е.В. Богатырёв, Т.В. Краснов, В.Ф. Гарифуллин // Радиотехника и электроника, 2013. Т. 58. №12. С. 1236–1242. 2. Помехоустойчивость

корреляционного приёмника MSK-BOC сигнала к сосредоточенной помехе / В.Н. Бондаренко, В.Ф. Гарифуллин, Т.В. Краснов, Д.С. Феокистов, Е.В. Богатырев // **Успехи современной радиоэлектроники**, 2017. №12. С. 71-74.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: 1. Баженов Н.Р., канд. техн. наук, ФГУП «ВНИИФТРИ», г.п. Менделеево, Московской обл. – отзыв с 2 замечаниями; 2. Борисова Л.Ф., канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВО «МГТУ» – отзыв с 3 замечаниями; 3. Громов К.В., АО «ИСС», г. Железногорск – отзыв с 2 замечаниями; 4. Дегтярёв А.С., д-р техн. наук, АО «ЦКБ «Геофизика», г. Красноярск – отзыв с 2 замечаниями; 5. Кукаркин А.В., д-р техн. наук, проф., Угрик Л.Н, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» – отзыв с 3 замечаниями; 6. Рачинский А.Г., канд. техн. наук, АО НПК «БАРЛ», г. Королев, Московская область – отзыв с 2 замечаниями; 7. Самонов В.А., канд. техн. наук, ст. науч. сотр., Никитин А.Л., канд. техн. наук, Гудков С.А., АО «МКБ «ФАКЕЛ», г. Химки – отзыв с 3 замечаниями; 8. Спектор А.А., д-р техн. наук, проф., Морозов Ю.В., канд. техн. наук, доц., НГТУ – отзыв с 1 замечанием; 9. Чесноков О.Н., д-р техн. наук, ст. науч. сотр., АО «СКАРД-Электроникс», г. Курск – отзыв с 2 замечаниями.

В отзывах отмечена актуальность, научная и практическая значимость работы. Отзывы не содержат замечаний, касающихся научной новизны, значения для теории и практики, а также основных положений, выносимых на защиту. Большая часть замечаний носит редакционный характер, имеются замечания о недостаточном описании условий проведения натуральных испытаний разработанных модемов, недостаточном обосновании разработки новых требований к уровню фазовых шумов гетеродина относительно известного регламента IESS-309, отсутствию у автора патентов на изобретения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов и широко известными результатами деятельности в области радиосвязи, что подтверждается их научными публикациями.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований: *разработаны* алгоритмы построения спутниковых и тропосферных модемов с гибкой архитектурой на основе *SDR*-технологий, позволяющие производить

оперативный выбор сигнально-кодовой конструкции (СКК) и информационной скорости в зависимости от помеховой обстановки; *предложены* новые нормы фазовых шумов гетеродина, отличающиеся от известного регламента IESS-309 возможностью применения для более широкого диапазона скоростей передачи информации и видов модуляции, включая многофазные сигналы в системах тропосферной и спутниковой связи; *доказана* и экспериментально подтверждена целесообразность применения шумоподобных сигналов с фазовой модуляцией и псевдослучайной перестройкой рабочей частоты в помехозащищённых спутниковых и тропосферных каналах связи.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что: *доказано*, что разработанные новые СКК для модемов спутниковых и тропосферных станций связи обеспечивают требуемую достоверность передачи информации при более высоких характеристиках спектральной эффективности и помехозащищённости, чем известные СКК; *применительно к проблематике диссертации* разработан и результативно использован программно-аппаратный комплекс моделирования каналов радиосвязи с фазовыми шумами гетеродина; *раскрыта* задача повышения эффективности борьбы с селективными замираниями и межсимвольными искажениями сигналов в модемах систем тропосферной связи за счёт совместного применения технологии OFDM и псевдослучайной перестройки рабочей частоты; *изучены* причинно-следственные связи между ограниченностью скорости передачи информации и характеристиками частотного и временного рассеяния тропосферных каналов связи; **проведена модернизация** модемов цифровых тропосферных станций связи с целью повышения скорости передачи информации за счёт четырёхкратного пространственного разнесения, применения сигналов с многопозиционной фазовой модуляцией, а также шумоподобных OFDM-сигналов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что *разработаны и внедрены* в АО «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь» при выполнении работ по созданию комплексов станций спутниковой и тропосферной связи: в НИР и ОКР «Легенда-МД», ОКР «Ливень-ВМ», ОКР «Прицеп-М», ОКР «Ладья», ОКР «Пустырь», ОКР «Фореитор» – сигнально-кодовые конструкции на основе шумоподобных сигналов и на основе видов модуляции

*NBPSK*, *NQPSK* и *NOQPSK* с каскадным кодированием (турбокоды, коды Рида-Соломона, сверточные коды в сочетании с кодированием Рида-Соломона), алгоритмы программной реализации модемов с гибкой архитектурой; при модернизации цифровых тропосферных станций «Сосник-ПМ» – разработанные сигнально-кодовые конструкции на основе *OFDM*-технологий и турбосверточного кодирования, алгоритмы построения модемов с гибкой архитектурой; **определена** практическая эффективность предложенных методов повышения спектральной эффективности и помехозащищённости модемов спутниковых и тропосферных станций связи; **представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию модемов спутниковых и тропосферных станций связи с использованием *SDR*-технологий, шумоподобных сигналов с фазовой модуляцией и псевдослучайной перестройкой рабочих частот, перспективных вариантов помехоустойчивого кодирования.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила: **для экспериментальных работ** показана согласованность результатов, полученных автором в процессе математического моделирования, с результатами экспериментальных исследований, проведенных с использованием разработанного программно-аппаратного комплекса; основные результаты получены с помощью общепринятых методов планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных; **теория** построена на общепризнанных положениях классической теории сигналов и теории связи, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации; **установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами аналогичных исследований других авторов по проблеме повышения пропускной способности и помехозащищённости тропосферных и спутниковых систем связи.

**Личный вклад** соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах процесса выполнения исследований, постановке научно-исследовательских задач и их решения; разработке новых сигнально-кодовых конструкций для модемов спутниковых и тропосферных систем связи с использованием критериев спектральной эффективности и помехоустойчивости; разработке алгоритмов повышения помехозащищённости спутниковых и тропосферных каналов связи с использованием шу-

моподобных сигналов с фазовой модуляцией и псевдослучайной перестройкой рабочих частот; разработке алгоритмов и программной реализации модемов с гибкой архитектурой на основе SDR-технологий для спутниковых и тропосферных станций связи с адаптацией к помеховой обстановке по скорости манипуляции и сигнально-кодovому созвездию; обработке и интерпретации экспериментальных данных; подготовке публикаций по выполненной работе.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», имеет внутреннее единство и является завершённой работой, в которой на основании выполненных лично автором исследований, обладающих научной новизной, изложены новые научно обоснованные технические решения для разработки перспективных модемов спутниковых и тропосферных систем связи, имеющие существенное значение для развития страны.

На заседании 20 ноября 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Богатырёву Е. В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Кашкин Валентин Борисович

Учёный секретарь

диссертационного совета

Дмитриев Дмитрий Дмитриевич

20 ноября 2018 года

