



ВИГСТАР

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «ВИГСТАР»
(АО «НПЦ «Вигстар»)

1-й Дорожный проезд, д. 8, Москва, 117545
Тел: (495) 276-5201; (495) 276-5202; тел./факс: (495) 276-5203, e-mail: vigstar@vigstar.ru, <http://www.vigstar.ru>
ОКПО 46440997, ОГРН 1117746976379, ИНН/КПП 7726687555/772601001

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «НПЦ «Вигстар»

кандидат технических наук

Степанов Александр Александрович



05 » 10 2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Богатырева Евгения Владимировича

на тему «Разработка и исследование модемов помехозащищённых станций спутниковой и тропосферной связи» по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения на соискание учёной степени кандидата технических наук

Актуальность исследований определяется насущной потребностью повышения пропускной способности и помехозащищённости систем спутниковой и тропосферной связи. Для решения указанной проблемы, как показано в диссертации, перспективным является направление, связанное с поиском новых методов модуляции и помехоустойчивого кодирования сигналов и созданием на основе современной элементной базы новых типов радиомодемов, реализующих эти методы. Постоянный рост требований к пропускной способности и помехозащищённости модемов современных станций спутниковой и тропосферной

связи стимулирует поиск новых эффективных сигнально-кодовых конструкций и способов «сигнальной помехозащиты». Хотя использование методов помехоустойчивого кодирования широко известно, вопросы практического его применения в широкополосных системах спутниковой и тропосферной радиосвязи до сих пор не нашли должного отражения в научных публикациях.

В диссертации Богатырева Евгения Владимировича доказана возможность дополнительного повышения пропускной способности и помехозащищённости спутниковых и тропосферных систем связи, использующих шумоподобные сигналы. Это достигается за счёт использования новых алгоритмов на основе *SDR*-технологий, позволяющих проводить оперативный выбор оптимальной сигнально-кодовой конструкции и информационной скорости в зависимости от помеховой обстановки и условий распространения радиоволн.

На сегодняшний день глубина проработки вопросов теории и возможных направлений решения указанных задач не соответствуют запросам практики. В связи с этим научная и практическая актуальность темы исследований, посвящённых разработке методов повышения помехоустойчивости и пропускной способности модемов станций спутниковой и тропосферной радиосвязи, очевидна и не вызывает сомнений.

Цель диссертации и задачи исследования соответствуют решаемой научно-практической задаче, заключающейся в повышении помехозащищённости и пропускной способности систем спутниковой и тропосферной радиосвязи.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

К основным научным результатам можно отнести:

1. Предложены новые перспективные сигнально-кодовые конструкции для модемов спутниковых и тропосферных систем связи, отличающиеся от известных СКК более высокими характеристиками спектральной эффективности и помехозащищённости. Дано обоснование выбора вида модуляции

шумоподобных сигналов, а также структуры и параметров помехоустойчивых кодов для спутниковых и тропосферных широкополосных систем радиосвязи. Показано, что использование шумоподобных сигналов с комбинированной модуляцией ФМ-ШПС/ППРЧ и турбокодированием позволяет повысить помехозащищённость спутниковых и тропосферных каналов связи на 20 дБ и более, обеспечивая по сравнению с традиционными сигналами ППРЧ и ФМ-ШПС выигрыш в помехозащищённости до 4 дБ.

2. Исследованы возможности ранее не применявшейся в модемах систем тропосферной связи технологии *OFDM*, позволяющей эффективно бороться с селективными замираниями и межсимвольными искажениями сигналов. Экспериментально доказано, что на низких скоростях передачи данных с рабочей полосой частот 2 МГц и ниже применение *OFDM* без ППРЧ не целесообразно в связи с замираниями практически во всей рабочей полосе частот.

3. Предложены новые нормы фазовых шумов гетеродина, отличающиеся от известного регламента IESS-309 возможностью применения для более широкого диапазона скоростей передачи информации (от 1,2 кбит/с до 20 Мбит/с) и видов модуляции, включая многофазные сигналы.

Значимость для науки и практики

Научные результаты диссертации создают теоретическую основу для разработки методов повышения помехозащищённости и пропускной способности систем спутниковой и тропосферной радиосвязи.

Практическая значимость результатов диссертации подтверждается тем, что они позволяют проектировать и рассчитывать параметры модемов:

- спутниковых станций связи со спектрально-эффективными сигналами форматов *NQPSK*, *NOQPSK*, *NBPSK*;
- тропосферных станций связи с использованием *OFDM*-технологии;
- спутниковых и тропосферных станций связи на основе *SDR*-технологий;

- помехозащищённых спутниковых и тропосферных станций связи с шумоподобными сигналами с фазовой модуляцией и с псевдослучайной перестройкой рабочих частот;
- помехозащищённых спутниковых и тропосферных станций связи с перспективными вариантами помехоустойчивого кодирования.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Считаем целесообразным продолжить работу по направлению, связанному с оптимизацией сигнально-кодовых конструкций для широкополосных спутниковых и тропосферных связных систем с шумоподобными сигналами.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при разработке спутниковых и тропосферных станций связи нового поколения в АО «НПП «Радиосвязь» (г. Красноярск), АО «Информационные спутниковые системы им. акад. М.Ф. Решетнёва» (г. Железногорск), ОАО «МКБ «Факел» (г. Химки).

Общие замечания

1. Не ясно, почему для скорости передачи информации 1,2 кбит/с нормы фазовых шумов, определённые регламентом IESS-309, необходимо дополнить допустимыми уровнями в области частотной отстройки 10 и 50 МГц (раздел 5.1).

2. Автор утверждает, что применение в модемах станций спутниковой связи сигнально-кодовых конструкций на основе шумоподобных сигналов с комбинированным видом модуляции ФМ-ШПС/ЛПРЧ по сравнению с традиционными сигналами ППРЧ и ФМ-ШПС обеспечивает выигрыш в помехозащищённости до 3 дБ при равных ограничениях на частотный и энергетический ресурсы (стр. 10), что представляется излишне оптимистической оценкой. Почему это не применимо к модемам тропосферных станций – автор не поясняет.

3. Используются разные термины для одной характеристики: вероятность битовой ошибки и уровень битовых ошибок. По тексту диссертации вероятность ошибки обозначается то P_{ош}, то P_б.

4. Объём главы 3 мал по сравнению с другими главами. Следовало бы более рационально распределить материал по главам.

Выводы

Отмеченные замечания не являются принципиальными. Диссертационная работа выполнена на актуальную тему, содержит новые научные результаты, имеет значение для теории и практики радиосвязи. Автор диссертации продемонстрировал хорошую квалификацию и опубликовал ряд новых и важных научных результатов. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Диссертация Богатырева Евгения Владимировича посвящена исследованиям в области создания модемов станций спутниковой и тропосферной радиосвязи, соответствует специальности 05.12.04 – радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, 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) для учёной степени кандидата наук, а её автор, Богатырев Евгений Владимирович, достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв рассмотрен и одобрен на расширенном заседании научно-технического центра № 6 АО «НПЦ «Вигстар» 02.10.2018 г., протокол №12.

Заместитель начальника НТЦ-6

кандидат технических наук



Максименко Андрей Владимирович

E-mail: a.maksimenko@vigstar.ru

Телефон: +74952765259