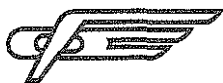


АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ  
КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО  
«ФАКЕЛ»  
имени академика П.Д. Грушина»

ул. Академика Грушина, 33,  
г. Химки, Московская обл., 141401  
Телефон: (495) 575-97-95; (495) 781-05-89  
Факс: (495) 572-01-33  
e-mail: infor@npofakel.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

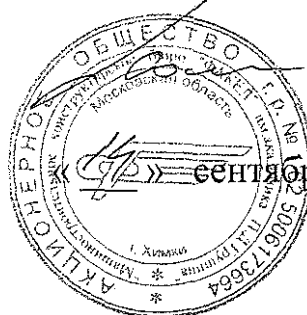
ВрИО Генерального конструктора

АО «МКБ "Факел"

кандидат технических наук,

старший научный сотрудник

В.В. Соколовский



12 сентября 2018 г.

№ 95/163 от 14.09.18г.

На от

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Богатырева Евгения Владимировича на тему: «Разработка и исследование модемов помехозащищённых станций спутниковой и тропосферной связи», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

В последние десятилетия в связи с созданием во всём мире глобальной информационной структуры наблюдается бурное развитие средств и методов связи, что обостряет проблему повышения пропускной способности и помехозащищённости систем связи. Спектральная эффективность и помехоустойчивость являются важнейшими характеристиками сигналов систем радиосвязи.

Перспективным направлением решения указанной проблемы является использование новых эффективных сигнально-кодовых конструкций и способов «сигнальной помехозащиты», вопросы теории и практического применения которых недостаточно исследованы.

Диссертационная работа Богатырёва Евгения Владимировича посвящена разработке и исследованию новых методов модуляции и помехоустойчивого кодирования сигналов и созданием на основе современной элементной базы новых типов радиомодемов, реализующих эти методы.

07009

Проведение работ в данной области является одним из приоритетных направлений. В связи с этим, **цель диссертации** – разработка и исследование новых научно-технических решений для реализации модемов станций спутниковой и тропосферной связи с использованием современной элементной базы, направленных на повышение помехозащищённости и пропускной способности систем связи, является **актуальной** и обладает высокой практической значимостью.

#### **Научные задачи диссертации:**

1. На основе анализа современного состояния и тенденций развития систем радиосвязи определены основные направления повышения помехозащищённости и пропускной способности спутниковых и тропосферных систем связи;

2. Выбраны и обоснованы методы модуляции и кодирования сигналов, обеспечивающие повышение помехозащищённости и пропускной способности широкополосных систем связи с шумоподобными сигналами;

3. Разработаны и исследованы новые технические решения модемов помехозащищённых станций спутниковых и тропосферных систем связи;

4. Практически реализованы результаты диссертационных исследований в станциях спутниковой и тропосферной радиосвязи;

5. Разработана методика натурных испытаний разработанных модемов и проведены вычислительные и натурные эксперименты по оценке их помехоустойчивости.

В качестве **объекта исследования** рассматриваются модемы цифровых станций спутниковой и тропосферной радиосвязи, **предмета исследования** – совокупность методов и средств повышения помехозащищённости и пропускной способности цифровых систем спутниковой и тропосферной радиосвязи с шумоподобными сигналами.

**Степень обоснованности** научных результатов и выводов диссертации подтверждается комплексными теоретическими и экспериментальными

исследованиями проведёнными соискателем по стандартным и собственным методикам на современном сертифицированном оборудовании.

**Достоверность результатов исследований** подтверждается экспериментально, с применением современного оборудования, собственных и стандартных методик.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

– Предложены новые перспективные сигнально-кодовые конструкции для модемов спутниковых и тропосферных систем связи, отличающиеся от известных более высокими характеристиками спектральной эффективности и помехозащищённости. В частности использование шумоподобных сигналов с комбинированной модуляцией ФМ/ППРЧ и турбокодированием позволяет повысить помехозащищённость спутниковых и тропосферных каналов связи на 20 дБ и более.

– Разработаны 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.

– Разработаны и исследованы новые алгоритмы построения спутниковых и тропосферных модемов с гибкой архитектурой на основе SDR-технологий, позволяющие производить оперативный выбор оптимальной сигнально-кодовой конструкции и информационной скорости в зависимости от помеховой обстановки и условий распространения радиоволн.

**Теоретическая значимость** результатов исследования состоит в дальнейшем развитии теоретических основ повышения спектральной эффективности и помехозащищённости радиосистем передачи дискретной информации.

**Практическая значимость полученных научных результатов** заключается в обеспечении возможности проектирования и расчета параметров 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.

**Таким** образом, научная задача, сформулированная соискателем как разработка и исследование новых научно-технических решений для реализации модемов станций спутниковой и тропосферной связи с использованием современной элементной базы, направленных на повышение помехозащищённости и пропускной способности систем связи, успешно решена.

Тема исследования и содержание автореферата соответствуют специальности, по которой диссертация представляется к защите.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при создании новых и модернизации действующих спутниковых и тропосферных систем связи.

**В качестве недостатков** работы можно отметить следующее:

1. Автор не объясняет, за счёт чего обеспечивается выигрыш в помехозащищённости до 4 дБ при использовании шумоподобных сигналов с комбинированной модуляцией ФМ/ППРЧ.

2. Автореферат не содержит пояснений относительно потенциальной возможности создания постановщиком ретранслированной помехи («помехи вслед») при использовании шумоподобных сигналов с ППРЧ.

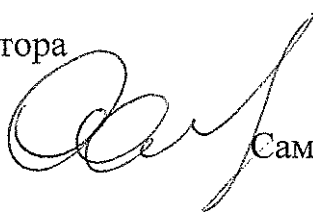
3. Имеется ряд погрешностей редакционного характера.

Указанные недостатки не снижают научного уровня и практической ценности полученных автором результатов.

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа Богатырева Евгения Владимировича на тему «Разработка и исследование модемов помехозащищённых станций спутниковой и тропосферной связи» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором единолично, в которой решена актуальная научно-техническая задача разработки и исследования новых научно-технических решений для реализации модемов станций спутниковой и тропосферной связи с использованием современной элементной базы, направленных на повышение помехозащищённости и пропускной способности систем связи.

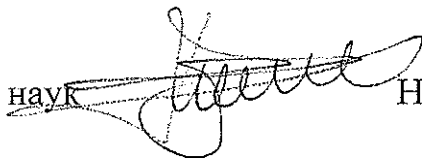
Диссертация Богатырева Евгения Владимировича выполнена на высоком научном уровне, обладает научной и практической ценностью и соответствует паспорту специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», отвечает требованиям ВАК РФ и п.8 "Положения о порядке присуждения учёных степеней" (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Заместитель главного конструктора  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник



Самонов Виктор Алексеевич

Ведущий конструктор  
кандидат технических наук



Никитин Алексей Леонидович

Ведущий конструктор



Гудков Сергей Александрович