

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.233.05  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ», МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 27 марта 2018 г. № 5/18

о присуждении Смалю Михаилу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Бестестовые способы оценивания состояния коротковолнового радиоканала в адаптивных радиолиниях»

**по специальности** 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

**принята к защите** 23 января 2018 года, протокол № 2/18, диссертационным советом Д 212.233.05 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство образования и науки Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, приказ №741/нк от 08.07.2015 г.

**Соискатель** Смалъ Михаил Сергеевич, 1986 года рождения, гражданин Российской Федерации. В 2010 году соискатель окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет». В 2016 году Смалъ М.С. окончил заочную аспирантуру в публичном акционерном обществе «Российский институт мощного радиостроения». Работает в

должности научного сотрудника в публичном акционерном обществе «Российский институт мощного радиостроения».

**Диссертация выполнена** в публичном акционерном обществе «Российский институт мощного радиостроения», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент Лобов Сергей Александрович, Публичное акционерное общество «Российский институт мощного радиостроения», первый заместитель генерального директора – технический директор.

**Официальные оппоненты:**

1. Биккенин Рафаэль Рифгатович, доктор технических наук, Военный институт дополнительного профессионального образования ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова» (ВМА им. Н.Г. Кузнецова) МО РФ, кафедра средств связи, доцент;

2. Клионский Дмитрий Михайлович, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», Кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ, доцент;

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Закрытое акционерное общество «Институт сетевых технологий», г. Санкт-Петербург, в своем **положительном** заключении, подписанном Куделей Виктором Николаевичем, доктором технических наук, ведущим специалистом, и Тарасюком Михаилом Владимировичем, кандидатом технических наук, секретарем научно-технического совета, утвержденном Лотониной Антониной Александровной, генеральным директором, указала, что: 1) Анализ результатов исследований показывает, что диссертация посвящена актуальной теме и выполнена автором самостоятельно; 2) Несмотря на недостатки, автором решена поставленная научная задача и получены теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное решение; 3) Диссертация является



законченной научной работой и отвечает требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым ВАК РФ к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук; 4) Смаль Михаил Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

**Соискатель имеет** 63 опубликованных работ, из них по теме диссертации 63 работы, в том числе 12 работ в ведущих рецензируемых научно-технических журналах, включенных в перечень ВАК. Получены акты о внедрении результатов диссертационной работы в ПАО «Российский институт мощного радиостроения». В работах, опубликованных вместе с соавторами, личный вклад соискателя заключается в разработке способов оценивания состояния радиоканала, а также непосредственном проведении моделирования и экспериментальных исследований.

**Наиболее значительные научные работы** по теме диссертации:

1. *Смаль, М. С.* Определение вероятности ошибки на бит по рабочим сигналам / М. С. Смаль, А. Н. Мингалев // *Вестник академии военных наук.* – 2009. – № 3(28). – С. 70-74.
2. *Егоров, В. В.* Оценка параметров распределения Накагами по рабочим сигналам / В. В. Егоров, М. С. Смаль // *Электросвязь.* – 2011. – № 11. – С. 35-36.
3. *Егоров, В. В.* Оценка вероятности ошибки на бит по флуктуациям фазы информационных сигналов / В. В. Егоров, М. С. Смаль // *Телекоммуникации.* – 2012. – № 8. – С. 2-5.
4. *Егоров, В. В.* Оценка отношения сигнал/шум при использовании сигналов с фазовой модуляцией / В. В. Егоров, М. С. Смаль // *Телекоммуникации.* – 2013. – № 5. – С. 29-34.
5. *Егоров, В. В.* Выбор оптимальной кратности фазовой модуляции по информационным сигналам / В. В. Егоров, М. С. Смаль // *Телекоммуникации.* – 2013. – № 11. – С. 16-19.

6. Егоров, В. В. Оценка вероятности ошибки на бит по результатам декодирования кодовых слов [Электронный ресурс] / В. В. Егоров, М. С. Смаль // *Журнал радиоэлектроники: электронный журнал*. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/apr14/4/text.pdf>.

7. Егоров, В. В. Прогнозирование достоверности приема ОФМ сигналов для потенциально возможных режимов работы [Электронный ресурс] / В. В. Егоров, М. С. Смаль // *Журнал радиоэлектроники: электронный журнал*. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/apr14/5/text.pdf>.

8. Егоров, В. В. Оценка статистических характеристик замираний сигналов в коротковолновом канале / В. В. Егоров, К. В. Зайченко, М. С. Смаль, В. Ф. Михайлов // *Радиотехника*. – 2017. – № 5. – С. 14-18.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы из 6 организаций (все отзывы положительные):**

1. ОАО «НТИ «Радиосвязь» (подписал начальник лаборатории отдела радиопередающих устройств кандидат технических наук О.А. Алексеев). Замечания: 1) В тексте автореферата не приведена система уравнений, на основе которой получается уравнение (14). 2) В автореферате на странице 10 упомянут подход, который позволяет получить искомую оценку для случая полного использования выделенной полосы частот, однако, не раскрыта его сущность.

2. ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет» (подписал доцент кафедры радиоуправления и связи, кандидат технических наук Д.С. Семин). Замечания: 1) В автореферате недостаточно полно отражены зависимости качества получаемых оценок состояния радиоканала при изменении различных параметров (длительности анализируемого сигнала, отношения сигнал-шум и прочее). 2) При разработке способов оценки вероятности ошибки на бит расчеты показаны только для класса ФМ-сигналов и многочастотных OFDM-сигналов.

3. АО «НИИ «Нептун» (утвердил директор М.В. Винокур, составили председатель научно-технического совета, кандидат технических наук, старший



научный сотрудник Ю.Г. Передин, начальник управления, кандидат технических наук Е.Б. Голубев). Замечания: 1) В тексте автореферата не представлено зависимостей погрешности предлагаемых способов от качества радиоканала. 2) В автореферате отсутствуют результаты оценки применимости предлагаемых способов оценивания к менее или более широкополосным радиоканалам связи.

4. Фрязинский филиал ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН (подписал ведущий научный сотрудник, доктор физико-математических наук Л.Е. Назаров, заверил ученый секретарь, доктор физико-математических наук Г.В. Чучева) Замечание: В автореферате не приведены общие оценочные значения статистических характеристик КВ каналов (в частности, время стационарности), что затрудняет сопоставление характерных времен рассматриваемых каналов и используемых в настоящей работе интервалов времени анализа при вычислении статистических характеристик.

5. Ордена Трудового Красного Знамени ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики» (подписали начальник отдела «Организации научной работы и публикационной активности» доктор технических наук О.В. Варламов, старший научный сотрудник НИО-48 кандидат технических наук В.Н. Громорушкин). Замечания: 1) В автореферате не содержится структурных схем предложенных решений и графических зависимостей, что затрудняет восприятие результатов работы. 2) Из автореферата не ясно, учитывал ли автор влияние частотно-селективного фединга в полосе передаваемого OFDM сигнала на результаты оценки параметров канала разработанными им способами.

6. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (подписал заведующий кафедрой радиоприемных и радиопередающих устройств, доктор технических наук, профессор А.В. Киселев). Замечаний не указано.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их известностью своими достижениями в области передачи

данных по радиоканалу и наличием соответствующих публикаций, в том числе в ведущих журналах и изданиях, в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**Разработаны** совокупность бестестовых способов оценивания состояния непрерывного канала, основанных на анализе принимаемого информационного сигнала и учитывающих его структуру; совокупность бестестовых способов оценивания состояния дискретного канала, основанных на анализе принимаемой информационной последовательности бит или массиве кодовых слов, возможно содержащих ошибки, и учитывающих структуру кода.

**Предложены** практические рекомендации по использованию способов оценивания канала связи при многопараметрической адаптации и наличии нескольких потенциально возможных видов сигнально-кодовых конструкций и частот.

**Доказана** перспективность использования новых идей в практике, а именно в коротковолновых адаптивных радиоприемниках.

**Введен** новый подход к оцениванию параметров модели замираний сигнала, инвариантный к коэффициенту автоматической регулировки усиления приёмника.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** научные положения, вносящие вклад в повышение эффективности многопараметрических адаптивных коротковолновых радиоприемников передачи данных;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** методы теории вероятностей и математической статистики, методы теории информации и помехоустойчивого кодирования, методы теории передачи дискретных сообщений, методы теории статистической радиотехники, комбинаторные методы, метод численного моделирования, метод физического



эксперимента;

**изложены** идеи использования полученных оценок для организации оптимального адаптивного управления параметрами радиолинии, а также идеи совместного решения таких технологических задач, как установление и поддержание временной тактовой и цикловой синхронизаций и оценивания состояния радиоканала;

**раскрыты** особенности применения способов оценивания к конкретным сигнально-кодовым конструкциям;

**изучены** ограничения существующих способов оценивания, факторы, влияющие на точность оценивания;

**проведена модернизация** алгоритма выбора оптимального вида сигнально-кодовой конструкции при наличии оценок состояния радиоканала, позволяющая увеличить среднюю информационную скорость передачи данных, таким образом, обеспечивающая получение нового результата по теме диссертации.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** способ оценивания вероятности ошибки на бит при использовании линейного блокового кода, способ оценивания вероятности ошибки на бит для повышенной позиционности модуляции, способ оценивания отношения сигнал/помеха по восстановленной модели плотности распределения разницы фаз, а также способ оценивания параметров адаптивно выбираемой статистической модели канала, используемые ПАО «РИМР» в принятом на снабжение автоматизированном адаптивном комплексе технических средств «Пирс», а также способ оценивания вероятности ошибки на бит при использовании сверточного кода, используемый ПАО «РИМР» в рамках ОКР на тему «Арго-РИМР», о чем имеется 2 акта о внедрении;

**определены** перспективы практического использования предложенных способов оценивания состояния радиоканала в адаптивных коротковолновых радиолиниях;

**создана** система практических рекомендаций использования бестестовых

способов оценивания в зависимости от вида применяемой сигнально-кодовой конструкции;

**представлены** рекомендации по использованию предложенных способов оценивания при разработке перспективных радиолиний, а также предложения по дальнейшему совершенствованию бестестовых способов оценивания.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены с использованием имитационного моделирования и согласуются с экспериментальными данными и имеющимися результатами в данной области;

**теория** построена на основе собственных исследований и согласуется с имеющимися результатами в данной области, подтверждена экспериментальными данными и результатами имитационного моделирования;

**идея базируется** на обобщении передового опыта ведущих отечественных и зарубежных ученых;

**использованы** результаты сравнения полученных в работе экспериментальных результатов с ранее известными практическими результатами;

**установлено**, что полученные результаты соответствуют теоретическим представлениям и не противоречат результатам работ других авторов, проводимых в данной области;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит** в том, что предлагаемые способы разработаны автором лично, а также в личном участии на всех этапах разработки и внедрения новых научных результатов; постановке задач исследования; разработке и реализации предложенных алгоритмов в программной среде; проведении вычислительных экспериментов и натурных испытаний; обработке полученных данных и анализе полученных результатов; обобщении результатов в виде научных выводов и рекомендаций; апробации и внедрении результатов исследования; подготовке публикаций по теме исследования.

На заседании 27 марта 2018 года диссертационный совет принял решение



присудить **Смалю Михаилу Сергеевичу** ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.12.13, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 16, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета Д 212.233.05  
доктор технических наук, профессор



Крук Евгений Аврамович

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.233.05  
кандидат технических наук, доцент

Овчинников Андрей Анатольевич

«27» марта 2018 года