

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Егорова Станислава
Геннадьевича на тему

«Исследование помехоустойчивых широкополосных сетей радиосвязи
системы управления движением судов», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13.

«Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

1. Актуальность темы диссертационного исследования

В настоящее время в России и в мире широко распространены широкополосные системы различного назначения, такие как Wi-Fi, DVB-S2/S2x, DVB-T2, DRM, LTE, 5G и другие. Популярность таких систем обусловлена устойчивостью широкополосных технологий к сложным условиям эксплуатации (например, работе в каналах с быстрыми частотно-селективными замираниями или в городских условиях), а также возможностью эффективного применения эквалайзеров в таких системах, при относительно высокой скорости передачи данных.

С другой стороны, применение систем автономного судовождения (САС) повышает уровень автоматизации и дистанционного управления морскими судами, что особенно важно для модернизации инфраструктуры современных морских портов и обеспечения движения автономных грузопассажирских судов в портовых зонах. Благодаря своей очевидной привлекательности широкополосные системы связи находят применение и при разработке систем автономного судовождения (САС). Одна из важнейших задач, требующих решения для успешного внедрения САС – повышение помехоустойчивости линий радиосвязи при сохранении высоких скоростей передачи данных.

Многие эффективные алгоритмы обработки сигналов в широкополосных системах связи обладают чрезмерно высокой вычислительной сложностью, растущей экспоненциально с увеличением порядка модуляции и количества учитываемых каналов.

Цель исследования заключается в решении инженерно-технических проблем, возникающих перед разработчиками современных широкополосных систем радиосвязи, таких как борьба с нелинейными искажениями (высоким пик-фактором), создание методов обработки сигналов, обеспечивающих компромисс между помехозащищённостью и ресурсоёмкостью вычислений. Исходя из изложенного, тема данной диссертации представляется актуальной.

2. Научная новизна результатов исследований

- а) Разработаны модели многоканальных сигналов систем DS-CDMA. Синтезированы стохастические дифференциальные уравнения, применение которых снижает сложность проведения компьютерного моделирования.
- б) Предложены новые аналитические выражения для расчета параметров сложного канала связи.
- в) Найдены ранее неизвестные корреляционные особенности поведения сигналов на выходе канального селектора. Предложен способ снижения межканальных помех, вызванных нелинейными искажениями многоканального сигнала.
- г) Разработан набор моделей для изучения систем передачи данных, учитывающий влияние комплекса факторов на качество связи.
- д) Составлены алгоритмы для программного сопровождения и навигации судов в порту. Алгоритмы позволяют точно определить положение корабля и позволяют корректировать движение даже при сложной нелинейной траектории движения судна.

3. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

По материалам представленной диссертации опубликовано 24 печатных работы, включая 10 статей в рецензируемых изданиях ВАК, из них 2 статьи в рецензируемых журналах ВАК категории К1 и 5 статей в журналах категории К2; 2 статьи в международных изданиях. Автором получены два свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Анализ публикаций показывает, что основные положения, выносимые на защиту диссертационного исследования, получили всестороннее и адекватное освещение в трудах и выступлениях автора. В работах корректно сформулированы и обоснованы их актуальность и научная новизна, что свидетельствует о хорошем уровне методологической подготовки и аналитических навыках автора.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Научная и практическая значимость работы состоит в совокупности алгоритмов, программ, методик и технических решений, позволяющих повысить надежность управления движением судов за счет повышения помехоустойчивости сетей связи и навигации.

5. Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, четырех основных глав, заключения, перечня используемых сокращений, списка литературы, включающего 172

источника, трех приложений. Общий объём диссертации составляет 230 страниц.

Введение. Во введении обосновывается актуальность исследования, связанного с повышением помехоустойчивости сетей радиосвязи в системах управления движением судов (СУДС). Подчеркивается необходимость модернизации существующих сетей радиосвязи для обеспечения безопасности и надежности навигации, особенно в условиях интенсивного морского трафика и сложных условий распространения радиоволн.

Раздел 1. Рассмотрено современное состояние систем управления движением судов, включая их цели и задачи, объекты использования результатов исследования, характеристику технологий связи и навигации. Проведен анализ и классификация существующих способов, современных и перспективных методов ортогонального и неортогонального разделения каналов. Проанализированы способы позиционирования в сетях связи с кодовым разделением каналов и выполнено обоснование показателей качества систем связи и позиционирования.

Раздел 2. Приведена структура многопозиционной автономной навигационной системы (АНС) и многоканальной морской отказоустойчивой системы связи (МОСС) и их сопряжение с береговыми пунктами управления. Исследуется математическая модель МОСС с кодовым разделением каналов (DS-CDMA), системы сигналов, детекторы, вероятности ошибок и варианты оценки местоположения. В конце второй главы выполнен анализ распределения мощности абонентов при совместном использовании неортогонального разделения каналов по мощности (PD-NOMA) и минимизация вероятности ошибок.

Раздел 3. Выполнен анализ нелинейных искажений в системах радиодоступа с МДКР. Приведен подробный сравнительный анализ различных моделей нелинейных характеристик групповых усилителей, таких как модель Раппа, Салеха и Горбани и др. Оцениваются возможные последствия нелинейных искажений на работу системы и описываются общие подходы к снижению негативного воздействия нелинейных искажений.

Раздел 4. Представлена общая методика статистического моделирования алгоритмов цифровой обработки сигналов в системах радиосвязи. Разработана стохастическая модель группового сигнала и программа для компьютерного моделирования сигналов с кодовым разделением каналов для оценки помехоустойчивости. Предлагаются практические рекомендации по улучшению технических характеристик систем связи с учетом выявленных нелинейных эффектов.

Заключение. Подведены итоги исследования, обобщены основные результаты и предложены направления дальнейших разработок. Приложения

содержат вспомогательные расчеты и исходные коды программ для моделирования и анализа.

6. Замечания и недостатки

Работа не лишена недостатков. По тексту диссертации и автореферата имеются следующие замечания:

1. Раздел «4.1. Статистическое моделирование алгоритмов цифровой обработки сигналов в системах радиосвязи», являющийся по сути аннотацией к главе 4, сильно перегружен общими фразами, известными и очевидными фактами. Его необходимо было бы сократить и конкретизировать применительно к содержанию и результатам раздела 4.
2. Непонятно, на основании каких показателей и критериев выбран для анализа метод прямого кодового расширения спектра и почему рассмотрены исключительно функции Уолша, а не, например, – M -последовательности или последовательности Голда?
3. Английские сокращения не должны совпадать, чтобы не вводить в заблуждение. Так, на стр. 37 «NF» – это «близний-дальний (от англ. Near Far, NF)», а на 195 стр. «NF» – это уже «шум фактор» (от англ. Noise Figure, NF)».
4. Системы DS-CDMA требуют почтовой синхронизации. В диссертационной работе отсутствует анализ влияния рассинхронизации на помехоустойчивость и оценка времени необходимого для установки состояния синхронизма.
5. Наиболее эффективная работа систем с кодовым разделением каналов возможна лишь при условии выравнивания по мощности сигналов от различных абонентов на входе БС. Отсутствие в работе анализа алгоритмов регулировки мощности, не дает полного представления о применимости некоторых моделей нелинейных устройств.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Считаю, что указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертации С.Г. Егорова и не снижают её теоретическую и практическую ценность. Диссертационная работа Егорова Станислава Геннадьевича является законченной научно-квалификационной работой и полностью отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а Егоров Станислав Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.2.13. «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Официальный оппонент

Доцент высшей школы прикладной физики и космических технологий института электроники и телекоммуникаций Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», к.т.н., доцент

«25 » 11 2025 г.



Рашич
Андрей
Валерьевич

Почтовый адрес ФГАОУ ВО «СПбПУ»:
Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, вн.тер.г. муниципальный округ
Академическое, ул. Политехническая, д.29 литер. Б.
Телефон: +7(812) 775-05-30
Адрес сайта: <https://spbstu.ru>
Адрес электронной почты: office@spbstu.ru

Подпись заверяю:

