

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Тяжева Анатолия Ивановича на диссертацию
Иванова Владислава Викторовича
на тему «Координированная дифференциальная обработка сигналов для эффективного
кодирования сообщений многоканальных систем связи с однотипными каналами»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Иванова В.В. посвящена решению актуальной научной задачи повышения эффективности кодирования сообщений и снижения энергопотребления в автономных инфокоммуникационных системах за счет применения координированной дифференциальной обработки однотипных первичных сигналов.

Актуальность темы обусловлена экспоненциальным ростом количества беспроводных устройств, особенно в рамках концепции "Интернета вещей", что создает значительную нагрузку на инфраструктуру связи и повышает требования к пропускной способности сетей. В этих условиях проблема энергопотребления становится критически важной для эксплуатации автономных беспроводных сетей.

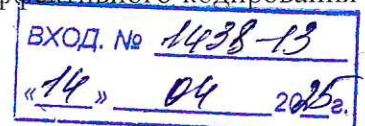
Существующие методы эффективного кодирования сообщений, включая дифференциальные, не в полной мере удовлетворяют требованиям многоканальных инфокоммуникационных систем с однотипными каналами, особенно в условиях нестационарности сигналов и ограниченности вычислительных ресурсов элементной базы систем. Поэтому разработка новых алгоритмов координированной дифференциальной обработки сигналов, учитывающих как автокорреляционные характеристики канальных сигналов, так и межканальную корреляцию сигналов, представляет значительный научный и практический интерес.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы (125 наименований) и 4 приложений. Общий объем диссертации составляет 153 страницы, включающих 27 рисунков и 4 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, определены цель и задачи исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, научная новизна, а также практическая и теоретическая значимость полученных результатов.

В первой главе автор проводит обзор и анализ методов эффективного кодирования



для автономных беспроводных систем связи с однотипными каналами. Рассматриваются ключевые показатели и метрики оценки эффективности систем связи, классификация методов повышения эффективности кодирования. Особое внимание уделяется дифференциальной обработке сигналов как методу предиктивного кодирования. Автор показывает, что при дифференциальной обработке сигналов можно уменьшить разрядность аналого-цифровых преобразователей без снижения качественных характеристик передаваемых сигналов. Он также указывает на наличие нестационарности первичных однотипных сигналов в сенсорных системах и на пути решения задач анализа и синтеза многоканальных систем связи в этих условиях.

Во второй главе автором разработаны алгоритмы синтеза и анализа передающей части системы координированного дифференциального преобразователя (КДП). Им предложена новая структура КДП с введением в предсказатель координирующей межканальной матрицы, что позволило упростить процесс синтеза и исключить решение оптимизационной задачи. С использованием критерия устойчивости Ильясова-Кабального в работе проведен анализ устойчивости однотипных многосвязных систем и на его основе разработан алгоритм синтеза КДП для таких систем, а также алгоритм синтеза нелинейного КДП с ограничением амплитуды сигналов.

В третьей главе разработан алгоритм синтеза приёмной части системы КДП в условиях параметрической неопределённости. Автором предложена концепция самонастраивающегося приёмника КДП, способного извлекать данные о параметрах передающей части из принимаемых сигналов. Представлены алгоритмы построения беспоисковой и поисковой самонастраивающейся приемной части КДП. В этих алгоритмах при вычислениях используется численный метод наискорейшего спуска и моделирование передающей части системы в приемнике с использованием идентифицированных параметров, полученных при настройке приемника.

В четвёртой главе представлены результаты экспериментального исследования применения КДП в системах Интернета вещей. Проведена оценка эффективности сжатия низкоскоростных сенсорных и высокоскоростных мультимедийных данных. Для последних автор использовал предварительную кластеризацию изображений, что позволило повысить коэффициент сжатия. Экспериментально показано, что использование КДП позволяет достичь коэффициентов сжатия от 2 до 64 раз при высоком качестве восстановления сообщений. В результате энергоэффективность системы повысилась на 33%.

В заключении изложены основные результаты, полученные в диссертации.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций,

сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным применением методов теории электрической связи, теории случайных процессов, теории функции комплексной переменной, теории автоматического управления и системного анализа. Автор опирается на известные теоретические положения и обеспечивает соответствие используемых математических моделей реальным физическим процессам.

Полученные результаты соответствуют заявленным автором пунктам 3 и 8 паспорта специальности «2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Достоверность полученных результатов подтверждается их согласованностью с известными теоретическими положениями, корректностью используемых математических моделей и их соответствием реальным физическим процессам. В главе 4 автор выполнил экспериментальные исследования, подтвердившие теоретические результаты, полученные в предыдущих главах. Кроме того, результаты работы прошли апробацию на 7 международных и всероссийских научно-технических конференциях, что также подтверждает их обоснованность и достоверность.

Научная новизна полученных результатов

К новым научным результатам, полученным в диссертационной работе, относятся:

1. Разработана структурная схема приемо-передающего тракта многоканальной инфокоммуникационной системы кодирования сообщений для многосвязной системы с голономными связями между каналами и отличающаяся применением координированной дифференциальной обработки сигналов однотипных каналов, позволяющая снизить динамический диапазон первичных сигналов и вычислительную сложность их обработки с сохранением требуемого качества связи.

2. Разработан алгоритм синтеза передающей части координированного дифференциального преобразователя, отличающийся применением частотного метода для определения его параметров, сложность которого не зависит от порядка дифференциального уравнения фильтров предсказателя, и позволяющий учитывать изменяющиеся во времени свойства обрабатываемых сообщений.

3. Разработан метод построения беспойсковой самонастраивающейся приемной части координированного дифференциального преобразователя, основанный на рассмотрении как активной системы адаптации первого уровня, позволяющий на основе принимаемых разностных сигналов определить требуемые для корректного восстановления информации параметры схемы приемника и исключить необходимость

передачи дополнительной служебной информации в канале управления.

4. Разработан алгоритм построения поисковой (активной) приемной части координированного дифференциального преобразователя на основе многомерной оптимизации с использованием метода градиентного спуска, позволяющий адаптировать шаг дискретизации экстраполятора приемника в некогерентном режиме.

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертационной работы

Теоретическая значимость работы заключается в разработке новых структурных решений построения передающей и приемной частей системы координированного дифференциального преобразователя в условиях параметрической неопределенности, а также в создании алгоритмов их синтеза и анализа, что расширяет возможности теории эффективного кодирования сигналов.

Практическая значимость состоит в том, что использование предложенных методов координированного дифференциального преобразования позволяет уменьшить количество передаваемых информационных бит с сохранением требуемого качества связи. Это способствует значительному снижению энергопотребления и повышению эффективности беспроводных систем связи.

Замечания по работе

1. Автор в своем исследовании в главе 2 нестационарную матрицу представил как объект с интервальной параметрической неопределенностью, но не привел сведения о допустимых минимальной и максимальной границах изменения коэффициентов этого объекта.

2. Автор не отразил в главе 3 негативные последствия от принятых допущений при синтезе самонастраивающегося приемника системы КДП.

3. В экспериментальной части не в полной мере исследовано влияние ошибок в принятых сигналах на качество восстановления сообщений при использовании предложенных в диссертации алгоритмов.

4. В работе не приведены рекомендации по выбору параметров КДП для различных типов входных сигналов, что затрудняет практическое применение предложенных методов.

5. В тексте диссертации присутствуют опечатки, описки и ошибки на стр. 12, 76, 81, 86, 93, в формуле (3.2.2) и др.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и могут рассматриваться как направления для дальнейших исследований.

Заключение

Диссертационная работа Иванова Владислава Викторовича на тему «Координированная дифференциальная обработка сигналов для эффективного кодирования сообщений многоканальных систем связи с однотипными каналами» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи повышения эффективности кодирования сообщений в автономных инфокоммуникационных системах, имеющей существенное значение для развития теории и практики телекоммуникационных систем.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций по пунктам: п. 3 «Исследование процессов представления, передачи, хранения и отображения аналоговой, цифровой, видео-, аудио-, голографической и мультимедиа информации; разработка и совершенствование соответствующих алгоритмов и процедур» и п. 8 «Исследование проблем построения, планирования и проектирования высокоплотных и сверхплотных сетей для обеспечения реализации приложений Интернета Вещей и разработка систем и устройств телекоммуникаций для этих сетей». Автореферат отражает основные положения, результаты и выводы, полученные в диссертационной работе. Публикации автора также отражают результаты проведенных в диссертации исследований.

Диссертационная работа Иванова В.В. по своему содержанию, актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Иванов Владислав Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры радиоэлектронных
систем федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Поволжский
государственный университет
телекоммуникаций и информатики»

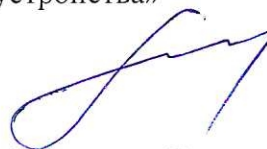


«07» 04 2025 г.

Тяжев Анатолий Иванович

Докторская диссертация защищена по специальности:
05.12.17 «Радиотехнические и телевизионные системы и устройства»

Даю согласие на обработку персональных данных.



Адрес места основной работы: 443010, Самарская обл., г. Самара, ул. Толстого, д. 23 (1 корпус – ПГУТИ, ауд. 322)

Рабочий телефон: 8(846) 339-11-88

Адрес эл. почты: a.tyazhev@psuti.ru



Собственноручную (ые) подпись (и) <u>Тяжеева А.И.</u>
заверяю: начальник ОДО ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» <u>И.В. Плеханова</u> <u>07.09.2025</u>