



МИНИСТЕРСТВО
ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

«Ордена Трудового Красного Знамени
Российский научно-исследовательский
институт радио имени М.И. Кривошеева»
(ФГУП НИИР)

Казакова ул., д. 16, Москва, 105064

Телефон: (495) 647-18-30, для справок: (499) 261-63-70,

Факс: (499) 261-00-90, E-mail: info@niir.ru

<http://www.niir.ru>

ОКПО 01181481, ОГРН 1027700120766

ИНН/КПП 7709025230/770901001

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Генерального директора
по науке
к.т.н. А.А. Захаров



№ _____

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного унитарного
предприятия Ордена Трудового Красного Знамени Российского научно-
исследовательского института радио имени М.И. Кривошеева

на диссертацию Кудряшовой Анастасии Юрьевны на тему «Исследование и
разработка эффективных методов кодирования источника при преобразовании
метрических пространств в условиях действия помех», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

1. Актуальность темы исследования

Современный мир в настоящий момент находится на этапе четвертой
промышленной революции («Индустрия 4.0»), в основу которой заложено
внедрение мобильных сетей подвижной связи пятого (5G) и шестого (6G)
поколений, а также искусственного интеллекта, интернета вещей (Internet of
Things, IoT) и больших данных. Предполагается появление новых типов услуг
и сервисов, позволяющих расширить применение современных
информационно-телекоммуникационных технологии в социальной сфере,
например, услуг виртуальной/дополненной реальности, голографической
связи, дистанционной медицины и т.д. Все это сопровождается быстрым
ростом информационных потоков, что требует постоянного

совершенствования телекоммуникационных систем с целью обеспечения максимально возможной скорости передачи, высокой надежности при соблюдении различных требований к качеству передачи сообщений.

Известно, что в системах передачи информации, в которых наряду с другими факторами существенное значение имеет кодирование сигнала. На искажения сигнала также может повлиять изначальная конфигурация пространства источника, например, пространство может быть Евклидовым или «по Хэммингу». В зависимости от этого, при оценке эффективности кодирования необходимо учитывать определенные риски искажений или ошибок, возникающие при передаче. Несмотря на большой объем исследований, проведенных по проблематике кодирования, в условиях постоянно меняющихся параметров сигналов перспективных систем связи и требований к их быстродействию, достоверности передачи данных и помехоустойчивости, актуальной является задача обоснования адекватных способов кодирования сигналов в условиях воздействия помеховых факторов различного происхождения. Решению такой задачи и посвящена диссертация Кудряшовой А.Ю.

2. Структура и основные результаты работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и одного приложения.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель работы и решаемые задачи, указаны научная новизна и значение полученных соискателем результатов для практики, представлены сведения о структуре работы и приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации показано, что при любых преобразованиях сигналов из одного вида в другой имеется возможность оптимизации данного выбора при сопоставлении элементов исходного сигнала с его отображением.

Рассмотрены частные случаи анализа и оптимизации методов отображения исходного сигнала при его преобразованиях в процессе передачи от источника к получателю и показано, что в настоящий момент не существует общего решения данной проблемы, которую в аналитическом виде можно представить, как проблему оптимального отображения сигналов в различных метрических пространствах в условиях влияния мешающих факторов.

Вторая глава диссертации посвящена разработке методов оценки эффективности преобразования различных сигналов в цифровую форму, которые позволяют получить количественные оценки энтропии источников сигналов с различной структурой. Предложена методика оценки эффективности преобразования различных сигналов в цифровой,

позволяющая получить количественные оценки энтропии источников сигналов с различной структурой.

Показана зависимость эффективности преобразования сигналов в цифровой при различных значениях точности отображения в виде введенного критерия качества, оцениваемого по величине искажений элементов исходного сигнала.

В третьей главе разработаны методы количественного оценивания различных способов биекции пространств с целью минимизации дополнительных искажений, возникающих из-за ошибок в дискретном канале.

Для регулярных структур, отражающих биекцию пространств, получены выражения общего вида, позволяющие вычислять возникающие дополнительные искажения при любой размерности указанных пространств.

Полученные данные позволяют осуществлять выбор способа биекции, исходя из различных критериев (суммарных искажений, минимальности максимальных искажений, максимума минимальных искажений).

В четвёртой главе автором разработан общий метод оценки эффективности выбора способа биекции, минимизирующий вероятность битовой ошибки, примененный для двукратных методов дискретной модуляции.

Полагая, что возникающие искажения имеют плотность вероятностей, распределенной по нормальному закону, рассчитан достижимый выигрыш при оптимальном способе биекции в зависимости от дисперсии для двукратного метода фазовой модуляции.

В пятой главе разработана программная модель расчетов, позволяющая провести исследования и соответствующий выбор типа биекции.

Приведены описание программного алгоритма, диаграммы классов ПО, описание пользовательского интерфейса разработанной программы, примеры расчетов в разработанном ПО для разных видов входных данных, а именно для входной матрицы искажений 4×4 и 8×8 (несколько вариантов).

В заключении сформулированы основные научные и практические результаты диссертационной работы, достоверность которых подтверждается компьютерным моделированием и расчетами, хорошо согласующимися с полученными аналитическими выражениями.

3. Научные задачи и новизна работы

Научная задача, решенная в диссертации, состоит в обосновании методов оценки эффективности кодирования передаваемых сигналов, позволяющих однозначно определять наилучшие варианты кодирования, минимизирующие искажения исходного сигнала при наличии ошибок в двоичном сигнале.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработан новый метод расчета потенциальной границы эффективности преобразования многоуровневого дискретно-непрерывного сигнала в цифровой сигнал.
2. Определены теоретически достижимые границы эффективности преобразования многоуровневого дискретно-непрерывного сигнала в цифровой в зависимости от особенностей искажений, вносимых в исходный сигнал при его отображении в цифровом виде, а также ограничения на минимальную и максимальную длительность элементов в исходном сигнале.
3. Разработан метод анализа дополнительных искажений, возникающих из-за ошибок в цифровом сигнале при восстановлении исходного аналогового сигнала.
4. Получены новые оценки теоретически возможного уменьшения искажений за счет оптимизации типа биекции пространств, в которых отображается сигнал при его передаче от источника к получателю.
5. Предложен метод анализа битовых ошибок при трансформации аналогового сигнала в цифровой с учетом типа биекции соответствующих пространств.

4. Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии методов оценки помехоустойчивости в направлении учета битовых ошибок, появляющихся при восстановлении цифрового сигнала из непрерывного сигнала при различных видах модуляции и типах биекции пространств, отображающих различные этапы преобразований сигналов при их передаче от источника к получателю.

5. Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в:

- разработанные инженерные методы расчета дополнительных искажений или битовых ошибок, позволяющие проводить соответствующие оценки при проектировании устройств кодирования источника и дискретной модуляции (метод расчета дополнительных искажений непрерывного сигнала при его восстановлении и цифрового сигнала, содержащего ошибки, и метод расчета битовых ошибок при демодуляции с учетом различных типов биекций непрерывного и цифрового сигнала), положены в основу курсов лекций, проведения практических занятий, выполнения курсовых работ по дисциплинам: «Теория информации и кодирования», «Теоретические основы инфокоммуникаций» и «Теория информации» на кафедре «Общая теория связи» МТУСИ, что подтверждается соответствующим актом;

- разработанные методы доведены до программной реализации на ЭВМ, позволяющей проводить расчеты дополнительных искажений или битовых ошибок при большом числе вариантов биекции пространств, отображающих сигналы при кодировании источников или дискретной модуляции. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680147 от 07.12.2021.

6. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность проведенных соискателем научных положений, исследований, результатов и выводов подтверждается аргументированностью и доказательностью предложенных методов, а также совпадением результатов компьютерного моделирования с результатами аналитических исследований.

7. Личный вклад автора

Все выносимые на защиту результаты и положения, составляющие основное содержание диссертационной работы, сформулированные в основных положениях, выносимых на защиту, получены автором лично.

8. Соответствие работы заявленной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.2.15 (05.12.13) – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» (п. 2 «Исследование процессов генерации, представления, передачи, хранения и отображения аналоговой, цифровой, видео-, аудио- и мультимедиа информации; разработка рекомендаций по совершенствованию и созданию новых соответствующих алгоритмов и процедур» и п.11 «Разработка научно-технических основ технологии создания сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования»).

9. Апробация результатов работы

Материалы диссертационной работы были доложены и обсуждены на 16 научных конференциях, из них 9 входят в международную базу Scopus.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 24 работах: 5 публикаций в журналах Перечня ВАК, 11 публикаций в сборниках конференций, индексируемых в Scopus и WoS, 8 публикаций в журналах и сборниках конференций, индексируемых в РИНЦ; получено 1 свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Уровень апробации результатов диссертации, а также полнота их отражения в публикациях в отечественных периодических научных изданиях

представляются вполне достаточными и удовлетворяют требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

10. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Основные положения, результаты и выводы диссертационной работы рекомендуется использовать при создании технических систем передачи информации, а также при исследованиях в других областях науки, где в результате цифровой обработки происходит преобразование сообщений из некоторых метрических пространств в пространство Хемминга.

11. Замечания по диссертационной работе

1. Программный расчет проводился только для двух видов первичного кодирования, а именно – Натурального кода и кода Грея. Он не проводился для других возможных способов кодирования.

2. В работе приведено мало расчетов для случая замкнутой концентрической структуры многократной дискретной модуляции.

3. Кодирование применяется во время, когда «непрерывный дискретный сигнал» преобразовывается в цифровую форму. Требуется привести более корректное представление введенного термина «непрерывный дискретный сигнал» применительно к теме выполненных исследований.

4. В диссертации указано, что необходимо оптимизировать тип биекции пространства. Данное утверждение требует корректировки, и приведения к логически верному формулированию.

5. В работе имеются опечатки, ошибки и погрешности редакционного характера.

Приведенные замечания не снижают ценности представленной работы, не влияют на новизну и корректность полученных в ходе исследований научных результатов.

12. Общее заключение по работе

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, и имеет значение для развития систем связи. Работа написана на хорошем научном уровне. Автореферат диссертации достаточно полно и корректно отражает содержание исследования. В автореферате четко сформулированы цель исследования, научная задача, основные положения и выводы. Диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук и соответствует пунктам 2 и 11 паспорта специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства

телекоммуникаций. Автор диссертации, Кудряшова Анастасия Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности 2.2.15 (05.12.13) – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв подготовил:

Заместитель директора ЦИПБТС,
к.т.н.



М.В. Иванкович

«6» 05 2022 г.

Иванкович Мария Владимировна, кандидат технических наук, 05.12.13 - «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», заместитель директора Центра исследования перспективных беспроводных технологий связи, Федеральное государственное унитарное предприятие «Ордена Трудового Красного Знамени Российский научно-исследовательский институт радио имени М.И. Кривошеева» (ФГУП НИИР), Россия, 105064, Россия, г. Москва, ул. Казакова, 16, Тел.: +7 (495) 647-17-77, доб. 2651, e-mail: m.ivankovich@niir.ru.

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию обсуждены на заседании научно-технического совета НТЦ Анализа электромагнитной совместимости ФГУП НИИР 25 апреля 2022 г. Протокол № 25.

Подпись М.В. Иванкович заверяю.

Директор службы персонала
ФГУП НИИР



В.А. Тютюнова

«6» 05 2022 г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное унитарное предприятие «Ордена Трудового Красного Знамени Российский научно-исследовательский институт радио имени М.И. Кривошеева» (ФГУП НИИР), 105064, Россия, г. Москва, ул. Казакова, 16, 8 (495) 647-17-77, info@niir.ru, https://niir.ru.