

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор

ЗАО «Конструкторское опытное  
бюро радиоаппаратуры»

**Р.В. Коноплев**



## **ОТЗЫВ**

**ведущей организации ЗАО «Конструкторское опытное бюро радиоаппаратуры» - (ЗАО "Кобра")** на диссертационную работу Сидоренко Александра Анатольевича, выполненную на тему «Разработка и исследование адаптивного кодера-декодера для локальных систем телеметрии» и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

### **I. Актуальность темы исследования**

При передаче цифровой информации успешно используют помехоустойчивое кодирование, позволяющее в десятки раз снизить вероятность ошибок при приеме.. Разработка кодека помехоустойчивого кодирования является сложной задачей, решение которой зависит от множества факторов. В настоящее время известны и активно используются различные методы помехоустойчивого кодирования и декодирования, но до сих пор выбор наилучшего алгоритма для помехоустойчивого кодирования является затруднительным, так как у каждого канала передачи информации свои параметры и особенности. Остро этот вопрос стоит для локальных систем телеметрии (ЛСТ), условия работы которых многообразны, сообщения имеют различную длину, а требования к передаваемым сигналам различны. Поэтому разработка и исследование адаптивного помехоустойчивого кодека, позволяющего автоматически подстраивать-

ся к каналу передачи информации и текущему количеству ошибок в нем, является актуальной.

## **II. Научная новизна проведенных исследований.**

В диссертационной работе получены следующие основные результаты, содержащие научную новизну:

- Предложен метод адаптивного каскадного кодирования-декодирования нерегулярных по длине информационных сообщений.
- Разработаны алгоритмы и программное обеспечение для предложенного метода.
- Получены аналитические выражения для описания разработанного кодера-декодера.
- Предложен универсальный программно-аппаратный комплекс с адаптивным программным кодером-декодером для ЛСТ.

## **III. Степень обоснованности и достоверности полученных положений, выводов и заключений, содержащихся в диссертации**

Положения, выносимые на защиту, являются обоснованными и четко аргументированными. Достоверность и обоснованность результатов подтверждается методически верным использованием понятий теории радиосвязи, теории информации, аппарата математической статистики и теории эксперимента. В работе выполнен большой объем экспериментальных исследований, подтверждающий теоретические результаты. Достоверность результатов обеспечена также их непротиворечивостью известным данным по исследуемой тематике.

Основные результаты диссертационной работы прошли хорошую апробацию на 7 научно-технических конференциях и опубликованы в 13 публикациях, в том числе в 3-х статьях, включенных ВАК в перечень журналов для диссертационных работ.

#### **IV. Значимость полученных результатов для практики**

- В ЛСТ, работающих в районах с высокой грозовой активностью, часто наблюдаются пакеты ошибочно принятых символов. Предлагаемый Сидоренко А.А. кодек с исправлением ошибок позволяет исправлять сгруппированные ошибки длиной до 93 бит, что позволяет использовать его на линиях связи с некачественными каналами передачи информации без переспроса, что экономит время доставки сообщений.

- Выполненные в работе экспериментальные исследования показали, что применение разработанного программного кодера-декодера снижает вероятность появления ошибочного бита с  $1 \cdot 10^{-2}$  до  $7,2 \cdot 10^{-9}$ . Это соответствует выигрышу на 2,5 дБ по энергетике в величине  $E_b/N_0$ .

- Разработанный метод адаптивного кодирования и обеспечивающие его алгоритмы целесообразно рекомендовать к практическому внедрению в оборудование разнообразных ЛСТ и ретрансляции сообщений, в том числе в ЛСТ, работающих в каналах с низкой вероятностью правильного приема.

- Предложенный в работе универсальный программно-аппаратный комплекс с адаптивным программным кодером-декодером можно рекомендовать для ЛСТ, осуществляющих передачу данных между ЭВМ контролируемых объектов и ЭВМ диспетчерского центра с применением радиомодемов.

#### **V. Оценка содержания работы**

Диссертационная работа имеет строгую структуру и аккуратно оформлена. Автор обосновывает переход от одного параграфа к другому, методически правильно переходя от аналитического обзора к теоретическому разрешению проблемы, затем к моделированию и экспериментальным подтверждениям теоретических результатов.

Основные результаты диссертации опубликованы в открытой печати и обсуждались на конференциях. По каждой главе и работе в целом сделаны выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссер-

тация состоит из четырех глав, введения, заключения, списка литературы и десяти приложений.

Во введении обоснована актуальность работы, определены цели и задачи исследования, её объект и предмет, методическая база, научная новизна и практическое значение результатов работы.

В первой главе приведен аналитический обзор объектов и задач телеметрии, описаны топологические структуры ЛСТ и варианты организации множественного доступа, приведены варианты информационного обмена, проведен выбор варианта организации передачи данных на базе персональной ЭВМ с подключенным радиомодемом и поставлена задача исследования.

Во второй главе рассмотрены различные варианты повышения помехозащищенности ЛСТ. Рассмотрены свойства различных методов помехоустойчивого кодирования. Проведены теоретические исследования эффективности кодов Хэмминга, Голея, двоичного кода БЧХ, кода Рида-Соломона. Выведены выражения для определения вероятности ошибки декодирования одного слова этих кодов. Выполнены исследования кодов и проведено сравнение их эффективности при наличии независимых ошибок в канале связи.

В третьей главе проведена разработка программного обеспечения (ПО), осуществляющего помехоустойчивое кодирование и декодирование. Разработано ПО кодирования и декодирования кодами Хемминга, Голея, двоичного кода БЧХ, не двоичного кода БЧХ (кода Рида-Соломона). Разработано ПО каскадного кодирования и декодирования. При разработке программного обеспечения использованы табличные методы, метод полиномиального деления и метод Меггита.

В четвертой главе приведены экспериментальные исследования разработанного каскадного кодера-декодера. Для выполнения экспериментальных исследований программных кодеров-декодеров разработано ПО, осуществляющее генерацию массива информационных данных. Разработан инструмент для проведения экспериментальных исследований эффективности кодов при наличии

независимых ошибок в принятом сообщении. Проведено сравнение эффективности разных кодов при наличии независимых ошибок в канале при каскадных включениях кодеков. Проведено сравнение эффективности разных кодов при наличии пакетных ошибок в канале при различных, в том числе каскадных включениях кодеков.

Проведена разработка и построение универсального программно-аппаратного комплекса для ЛСТ, осуществляющего передачу данных между ЭВМ контролируемых объектов и ЭВМ диспетчерского центра с использованием радиомодемов. Предложен алгоритм обмена данными. Для разработанного комплекса проведено сравнение эффективности разных кодов при наличии как независимых, так и пакетных ошибок в канале при каскадных включениях кодеков. Проведены эксперименты по передаче закодированных данных с использованием радиомодемов «Спектр-433» и антенн АШ-433. Результаты экспериментов подтвердили эффективность каскадного кодирования.

В заключении приведены основные результаты проведенных научных исследований.

## **VI. Критические замечания**

При положительной оценке диссертационного исследования необходимо сделать следующие замечания:

1. Приложения перегрузили работу, предложенные программы можно было зарегистрировать и в работе просто ссылаться на них.
2. В работе не указана вычислительная сложность разработанных алгоритмов и предложенного ПО.

## **VII. Заключение.**

Диссертационная работа Сидоренко Александра Анатольевича, соответствует паспорту специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, и содержит разработку адаптивного каскадного кодера-декодера с исправлением ошибок для повышения достоверности передачи сообщений

нерегулярной длины по цифровым радиоканалам связи ЛСТ. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития локальных систем телеметрии, а ее автор Сидоренко Александр Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв составил кандидат технических наук,

заместитель главного инженера по новой технике

Адрес: 600026, г. Владимир, а/я № 17

Тел.: (4922) 43-15-15, 43-14-14

E-mail: KuchinSI@gmail.com

Кучин Сергей Игоревич

23.04.2015 г.

Подпись С.И. Кучина заверяю

Старший инспектор отдела кадров

Сарафанова В.Б.

