

## **Отзыв на автореферат**

диссертации Ефременкова Ивана Дмитриевича на тему «МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ТУРБОКОДА СИСТЕМЫ ОСТАТОЧНЫХ КЛАССОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СТАНДАРТА LTE-R», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)»

Устойчивость беспроводных систем передачи данных (БСПД) к воздействию помех является критически важным параметром в системах железнодорожной связи, где от качества передачи информации напрямую зависит безопасность движения. Для решения данной задачи в стандарте LTE-R применяются сверточные турбокоды (СТК). Однако эти коды, в отличие от блочных турбокодов (БТК), не способны обеспечить максимально возможный уровень помехоустойчивости. Но БТК из-за больших временных затрат необходимых на кодирование и декодирование не используются в стандарте LTE-R. Для устранения этого противоречия в диссертации предложена гипотеза о необходимости разработки метода построения блочного турбокода, который бы обеспечил более высокую помехоустойчивость по сравнению СТК стандарта LTE-R, а временные затраты на формирование помехоустойчивого сигнала OFDM были соизмеримы с затратами при использовании СТК. Проведенный анализ работ, в которых цифровая обработка сигналов в системах с OFDM выполнялась на основе модулярных кодов, показала перспективность использования кодов системы остаточных классов (СОК) для решения отмеченного выше противоречия. Для достижения поставленной в диссертации цели был выбран научно-методологического аппарата системного анализа (НМАСА). Выбор НМАСА обусловлен тем, что наибольший эффект от его применения НМАСА наблюдается в ситуациях, когда существует множество альтернативных решений выявленной проблемы. В диссертации был проведен сравнительный анализ альтернативных методов повышения помехоустойчивости беспроводных систем передачи данных, поддерживающих стандарт LTE-R. В качестве альтернатив были рассмотрены методы построения СТК, БТК на основе циклических кодов, а также БТК СОК. Полученные результаты позволили сформулировать противоречие в теории и научную задачу исследований.

В ходе проведенных исследований были получены результаты, которые обладают следующей научной новизной:

1. Алгоритм коррекции ошибок в кодах системы остаточных классов, отличающийся от ранее известных использованием изоморфизма Китайской теоремы об остатках (КТО) при вычислении интервального номера числа и обладающий меньшими временными затратами на поиск и коррекцию ошибок в коде СОК.

2. Алгоритм расширения кортежа остатков кода СОК, отличающийся от ранее известных использованием изоморфизма, порожденного КТО, при вычислении интервального номера числа и обеспечивающий вычисление избыточных остатков без снижения величины рабочего диапазона.

3. Метод построения турбокода СОК, отличающийся от ранее известного использования единой алгебраической системы при формировании кодового слова ТКСОК и обеспечивающий при одинаковых корректирующих способностях более высокую скорость кодирования по сравнению с классическими избыточными кодами СОК.

Практическая значимость результатов определяется разработанной структурной схемой беспроводной системы, поддерживающей стандарт LTE-R, в которой применение турбокода СОК позволило обеспечить более высокий уровень помехоустойчивости по сравнению с турбокодами сверточного кода при соизмеримых временных затратах на формирование помехоустойчивого сигнала OFDM. При этом результаты диссертационных исследований были внедрены филиалом Военной академии РВСН имени Петра Великого (г. Серпухов), ООО «Инфоком-С» и ФГАОУ ВО СКФУ в учебный процесс.

В качестве недостатков работы можно выделить:

1. В автореферате указано, что турбокод СОК обеспечивает более высокую скорость кодирования  $R = 3/7$  по сравнению с кодом СОК, у которого  $R = 1/3$ , без пояснения данной ситуации.

2. В автореферате отсутствуют обоснование выбора алгоритма перемежения, используемого в турбокоде СОК.

3. В автореферате рисунок 3, на котором представлены результаты сравнительного анализа различных методов повышения помехоустойчивости, имеет мелкий масштаб, что затрудняет анализ данных.

Однако данные недостатки не влияют на научную ценность работы.

Из материала автореферата можно сделать вывод о том, что диссертация «Метод построения турбокода системы остаточных классов, обеспечивающий повышение помехоустойчивости беспроводных систем стандарта LTE-R» соответствует требованиям п.п. 9 - 13 «Положения о

присуждении учёных степеней», а ее автор Ефременков Иван Дмитриевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой защиты  
информации Высшей школы электроники  
и компьютерных наук ФГАОУ ВО  
«Южно-Уральский государственный  
университет (национальный  
исследовательский университет)»



Соколов Александр  
Николаевич

22.05.2025

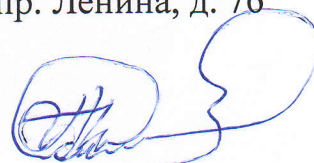
Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.12.21 –  
Радиотехнические системы специального назначения, включая технику СВЧ  
и технологию их производства.

Контактные данные:

Адрес места основной работы: 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76

Рабочий телефон: +7 (351) 267-93-55

Адрес эл. почты: [sokolovan@susu.ru](mailto:sokolovan@susu.ru)



Даю согласие на обработку персональных данных.

Подлинность подписи заведующего кафедрой Соколова А.Н. заверяю:



ВЕРНО  
Начальник службы  
делопроизводства ЮУрГУ  
Н.Е. Циулина

