

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ЧЖАН ВЭЙЦЗЯ «Оптимизированные алгоритмы декодирования для кодов с низкой плотностью проверок на четность и их применение в системах связи», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 — «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Диссертационная работа Чжан Вэйцзя посвящена актуальной задаче повышения помехоустойчивости систем связи путём разработки новых высокоэффективных алгоритмов декодирования LDPC-кодов. Основная цель исследования заключалась в оптимизации формулы обновления проверочных узлов в итерационном процессе декодирования.

Структура работы логична и последовательна. В первой и второй главах представлен глубокий аналитический обзор современного состояния проблемы, а также проведено детальное сравнение LDPC- и полярных кодов, что чётко обосновывает выбор объекта исследования – LDPC-кодов, и предмета – оптимизации их алгоритмов декодирования.

В третьей и четвёртой главах проведена основная научно-исследовательская работа. Путём комплексного применения математического вывода и методов машинного обучения оптимизирован известный алгоритм декодирования. В результате разработаны и обоснованы два новых алгоритма:

1. Алгоритм AEMS (Adaptive exponential min-sum), отличающийся использованием адаптивного экспоненциального корректирующего коэффициента, выведенного на основе математической аппроксимации.
2. Алгоритм SNAEMS (Shared neural AEMS), в котором для дальнейшей оптимизации применена нейросетевая структура с общими весовыми коэффициентами для всех узлов в пределах одного слоя итерации.

В пятой главе продемонстрирована практическая значимость полученных результатов. Создана и исследована модель системы связи низколетящего беспилотного летательного аппарата с наземной станцией в условиях релейских замираний. В рамках модели успешно апробирован алгоритм AEMS для нескольких видов квадратурной амплитудной модуляции, а также создана таблица квазициклических LDPC-кодов для различных схем модуляции и условий канала.

Экспериментально подтверждено, что предложенный алгоритм позволяет дополнительно снизить среднюю вероятность битовой ошибки в такой системе.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным использованием современных методов исследования, строгим математическим выводом формул, корректной архитектурой нейронных сетей и статистической обработкой данных вычислительного эксперимента.

### Заключение и замечания

Диссертационная работа Чжан Вэйцзя представляет собой завершённое самостоятельное научное исследование, соответствующее всем критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Содержащиеся в автореферате выводы и положения объективно отражают основные результаты диссертации.

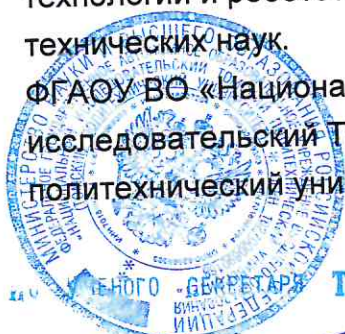
В качестве пожеланий для дальнейшего развития темы и углубления анализа в научных публикациях можно отметить:

1. Целесообразность приведения анализа времени обучения и ресурс затрат для нейросетевого алгоритма SNAEMS для более точной оценки его практического потенциала.
2. Проведение сравнительного анализа производительности предложенных алгоритмов для LDPC-кодов с различными скоростями кодирования для более полной оценки области их применения.

На основании изложенного считаю, что диссертация Чжан Вэйцзя «Оптимизированные алгоритмы декодирования для кодов с низкой плотностью проверок на четность и их применение в системах связи» соответствует требованиям пункта 9 Положения «О порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г. (в ред. от 21.04.2016 г.), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Заместитель директора по развитию  
Инженерной школы информационных  
технологий и робототехники, кандидат  
технических наук.

ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский Томский  
политехнический университет»



В. Д. НОВИКОВА

20.01.2025



Цавнин А.В.