

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника Ярославского
высшего военного училища
противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза
Л.А. Говорова

по учебной и научной работе
кандидат технических наук, доцент



ПОЛКОВНИК

С.Климанов

2025 г.

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.

Коды с низкой плотностью проверок на четность представляют собой разновидность линейных блочных кодов, используемых для коррекции ошибок в процессе передачи данных в системе связи. LDPC-коды обладают гибкой структурой и могут быть оптимизированы под различные прикладные сценарии связи. Они используются в качестве схемы кодирования информационного канала в рамках технологии 5G расширенной мобильной широкополосной связи, а также широко применяются в других стандартах связи, таких как WiFi, WiMax и DVB-S2. Алгоритм декодирования LDPC-кодов существенно влияет на вероятность битовой ошибки, задержку, пропускную способность и др. Разработка высокоэффективных алгоритмов декодирования с низкой вычислительной сложностью является ключевым фактором для раскрытия потенциала LDPC-кодов. Оптимизация передачи информации между проверочными узлами и информационными узлами повышает эффективность алгоритмов декодирования. Поэтому тема диссертации Чжан Вэйцзя, целью которой является разработка высокоэффективных алгоритмов декодирования LDPC-кодов с исследованием их применения в системах связи БПЛА, актуальна.

Научная новизна работы заключается в том, что автором разработаны два новых алгоритма декодирования LDPC и создана модель системы связи между беспилотным летательным аппаратом и наземной станцией на малых высотах, при этом применение квазициклических LDPC-кодов позволило повысить надежность передачи в условиях затухания Релея.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в следующем: результативно использованы математические приближения и нейронные сети; изучено влияние LDPC-кодов на надёжность связи с БПЛА; проанализирована поддержка LDPC-кодов в 6G.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем: создана таблица LDPC-кодов с различными схемами квадратурной амплитудной модуляции для связи БПЛА на малой высоте; предложен алгоритм, дополнительно снижающий среднюю вероятность битовой ошибки в модели связи с БПЛА с учётом затухания Релея; детально сравнены LDPC- и полярные коды.

Достоверность результатов обеспечивается использованием современных методов и средств исследования, обоснованностью вывода математических формул, строгостью построения нейронных сетей, а также статистической обработкой данных вычислительного эксперимента. Достоверность подтверждается и высоким уровнем апробации и публикаций, отвечающих требованиям к кандидатским диссертациям: у автора 5 публикаций из перечня ВАК.

К числу основных достоинств диссертации, на мой взгляд, относится предложение двух новых, итеративно оптимизированных алгоритмов декодирования. Они расширяют выбор при проектировании декодеров, но и всесторонне доказав вою производительность за счёт многократной оценки.

Существенных недостатков, которые могли бы рассматриваться, как ставящие под сомнение основные результаты, их достоверность и обоснованность заключений, не имеется. К ряду замечаний по работе можно отнести следующие:

1. Недостаточная конкретизация новизны по сравнению с существующими решениями. В тексте указано, что разработаны алгоритмы, но отсутствует чёткое сравнение с известными аналогами (например, MS, NMS, EMS, NNMS и т.п.) Не указано, в чём заключается преимущество предложенных методов (по скорости, точности, сходимости, сложности и т.д.).

2. Слишком общие формулировки. Термины вроде «разработан алгоритм» и «создана модель» описывают результат, но не подчеркивают новый научный принцип или оригинальный подход. Это больше похоже на конструкторский, а не исследовательский вклад.

3. В автореферате отмечено (стр. 10), что значение $\|\text{grad}\|_2$ не снижается плавно, но не дано объяснение этому.

Однако, замечания, выявленные при рассмотрении автореферата, не снижают научной и практической значимости проведенных автором исследований. Материалы автореферата позволяют судить о структуре и содержании диссертации и о степени разрешения поставленной научной задачи. Реферат написан на достаточно высоком научном уровне, доступным языком.

Вывод: по уровню исследований, постановке и полноте решённой научной задачи, новизне, достоверности и обоснованности, научной и практической значимости положений, выносимых на защиту, форме их представления работа «Оптимизированные алгоритмы декодирования для кодов с низкой плотностью проверок на четность и их применение в системах связи» отвечает требованиям п. 9, 10, 11 и 14 постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (в ред. Постановления Правительства РФ от 26.10.2023 № 1786), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а автор диссертации Чжан Вэйцзя достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры радиотехнических систем Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, протокол № 5 от 17 декабря 2025 г.

Отзыв составил:

Преподаватель кафедры радиотехнических систем
Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны
кандидат технических наук
подполковник



А. Ахмеджанов

«17» декабря 2025 г.

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова, 150001, г. Ярославль, Московский
проспект, д. 28, тел.: 8 (4852) 30-93-28, доб. 21-33.