

## О Т З Ы В

официального оппонента Назарова Льва Евгеньевича, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук на диссертацию УСАТЮКА ВАСИЛИЯ СТАНИСЛАВОВИЧА «Метод, аппаратно-ориентированный алгоритм и специализированное устройство для построения низкоплотностных кодов архивной голографической памяти», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.15 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

В диссертационной работе Усатюка В.С. рассматривается комплекс проблем, связанных с разработкой и исследованием эффективности методов обнаружения и коррекции ошибок для хранения и архивирования данных в бинарном формате в системах голографической памяти. Системы архивной голографической памяти предназначены для хранения с высокой надежностью больших объемов данных. Обеспечить это требование возможно с использованием методов помехоустойчивого кодирования. Автором диссертационной работы развивается научное направление при решении данного комплекса проблем, основу которого составляют блочные помехоустойчивые низкоплотностные коды. Эти коды входят в класс наиболее известных и эффективных относительно корректирующих возможностей кодов (над двоичными и недвоичными полями Галуа), для них разработаны методы формирования кодовых слов и итеративного декодирования для каналов с аддитивными и мультипликативными помехами. Канал записи и хранения информации в системах архивной голографической памяти характеризуется особенностями по отношению к классическим каналам передачи (группирование ошибок, высокая вероятность ошибки на бит при записи и чтении). Данная особенность определяет необходимость применения мощных относительно корректирующей способности помехоустойчивых кодов, разработать соответствующие модели, алгоритмы и программное обеспечение, обеспечивающие высокую производительность обработки сигнально-информационных потоков по отношению к известным методам решения рассматриваемых проблем.

Это обуславливает **актуальность** тематики диссертационной работы в теоретическом и прикладном аспектах.

**Основные задачи**, рассматриваемые в диссертации, связаны:

- с обзором и анализом известных помехоустойчивых кодов (в частности, класса низкоплотностных кодов) с целью обоснования и выбора направления исследований для решения рассматриваемого комплекса проблем;
- с разработкой и исследованием класса помехоустойчивых низкоплотностных кодов, характеризуемых более высокой скоростью уменьшения вероятностей ошибки на бит при увеличении значений сигнал/помеха и использовании итеративных алгоритмов декодирования по отношению к известным низкоплотностным кодам;

- с развитием теории формируемых низкоплотностных кодов на основе составляющих элементов – протографов, это направления является современным трендом разработки теории низкоплотностных кодов с итеративным декодированием;

- с разработкой и апробацией соответствующих методик и программного обеспечения при проведении вычислительных экспериментов с использованием полученных результатов для решения рассматриваемого комплекса проблем обнаружения и коррекции ошибок в системах хранения данных в системах архивной голографической памяти.

Автором диссертации получен ряд новых научных результатов, наиболее важными из которых являются следующие:

- предложен метод формирования класса помехоустойчивых низкоплотностных кодов на основе выбора составляющих элементов-протографов, обеспечивающих достижение вероятностных характеристик в сочетании с алгоритмами итеративного декодирования, превышающих вероятностные характеристики известных низкоплотностных кодов;

- разработана методика оценки метрических характеристик для класса помехоустойчивых низкоплотностных кодов, что дает возможность теоретического оценивания вероятностных характеристик при приеме соответствующих сигнальных конструкций;

- разработано и исполнено аппаратными средствами программное обеспечение для апробации методов формирования класса низкоплотностных кодов, оценивания их метрических характеристик и вероятностных характеристик при декодировании для модели систем архивной голографической памяти;

- произведен сравнительный анализ полученных результатов относительно характеристик (в частности, корректирующей способности) предлагаемых низкоплотностных кодов с характеристиками известных форматных помехоустойчивых кодов и показано потенциальные преимущества первых.

На основе содержания диссертационной работы и автореферата можно заключить о целостности и завершенности полученных научных результатов при разработке и исследовании методов обнаружения и коррекции ошибок на основе использования класса блоковых помехоустойчивых низкоплотностных кодов, перспективных для использования в системах архивной голографической памяти

По результатам работы опубликовано 5 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 8 работ проиндексированы в базе Scopus, подготовлены и сделаны 19 научных докладов на Российских и Международных конференциях, результаты работы имеют внедрения.

Оригинальность технических решений подтверждена рядом патентов на изобретения.

Изложение материала в диссертации и автореферате (постановка задач, методы решения, выводы) логичное.

Данные факты позволяют сделать вывод о том, что соискатель в процессе работы над диссертацией вел активную научную деятельность и состоялся как

специалист в области теории и практики разработки помехоустойчивых методов передачи информации, в области теории сигналов.

### **Замечания по диссертации.**

1) В тексте диссертации присутствуют грамматические ошибки и неточности (стр.6, 13, 19, 20, 21, 27, 32, 33, др.); допущены ошибки в формульных соотношениях (например, (1.2), (1.4)), даются неудачные грамматические конструкции (например, ...строчных и столбчатых весов...»).

2) В диссертации отсутствуют литературные ссылки на научные работы отечественных исследователей (в Введении диссертации приведен ряд отечественных исследователей), которые развивают теорию помехоустойчивых кодов, в частности, теорию низкоплотностных кодов.

3) На стр.16 диссертации приведены зависимости вероятности ошибки на бит от отношения сигнал/помеха для низкоплотностного кода, включая границу Полянского. Однако определения и формульного соотношения для этой границы в тексте не приведено, что затрудняет для читателей понимание излагаемого материала (наиболее известная и классическая методика оценки вероятности ошибки при приеме сигнальных конструкций с использованием помехоустойчивого кодирования основана на границе случайного кодирования).

4) На стр.13 приведено соотношение (1.1), определяющее полезный сигнал в смеси с шумами. Рассмотрены две модельные шумовые составляющие – в виде аддитивного белого гауссовского шума и оптического шума с нормальным законом распределения с нелинейным квадратичным преобразованием, т.е. закон распределения шума на выходе нелинейного преобразования относится к экспоненциальному. Вместе с тем, в качестве результирующей модели шума принимается его нормальный закон распределения (стр.13), что требует обоснования принятого допущения.

5) На стр. 16 диссертации приведен график зависимости вероятности на бит от значений сигнал/помеха: требуется пояснение факта – увеличение значений сигнал/помеха приводит к увеличению вероятности ошибки.

6) В диссертации не приведено описание используемого алгоритма итеративного декодирования низкоплотностных кодов, не приведено также обоснование его выбора из ряда известных в литературе алгоритмов итеративного декодирования.

7) На рис. 2.15, 2.16, 2.17 приведены результаты вычислительных экспериментов с целью оценивания помехоустойчивости рассматриваемого ряда низкоплотностных кодов. Однако не определены условия выполнения этих экспериментов (доверительные интервалы, доверительные вероятности, количество вычислительных экспериментов), что вызывает сомнение относительно надежности приведенных результатов.

**Вывод.** Диссертация оценивается положительно, отмеченные замечания носят уточняющий характер по содержанию диссертационной работы и не снижают ее теоретической и практической значимости. Диссертация удовлетворяет критериям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы

УСАТЮК ВАСИЛИЙ СТАНИСЛАВОВИЧ заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.15 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Официальный оппонент - старший научный сотрудник, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки ИНСТИТУТА РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ им. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, гражданин РФ, докторская диссертация защищена в 2006 г. по специальности 01.04.03 «Радиофизика»



Назаров Лев Евгеньевич

06.06.2022г

**Контактная информация:**

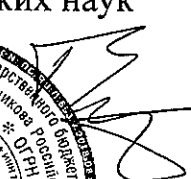
Фрязинский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки ИНСТИТУТА РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ им. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 141190 г.Фрязино, Московская обл., пл.Введенского 1, ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

Тел.: 7(496) 565-2637

e-mail: levnaz2018@mail.ru

Подпись Назарова Л.Е. **ЗАВЕРЯЮ**

Ученый Секретарь Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки ИНСТИТУТА РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ им. В.А.КОТЕЛЬНИКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, доктор физико-математических наук



Чучева Галина Викторовна