

## Отзыв

официального оппонента кандидата технических наук,  
доцента Капитанчука Василия Вячеславовича  
на диссертационную работу Ал Тамими Таква Флайних Хасан  
«Разработка и моделирование декодера недвоичного избыточного кода на  
базе когнитивной метафоры», представленной на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.05 –  
Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления и  
05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ

### Актуальность темы диссертационной работы.

Важной особенностью современных цифровых систем управления является сокращение цикла технологических процессов за счет их интеллектуализации, уменьшение времени оборота финансовых средств, ускорение работы многочисленных и разнородных платежных систем с сохранением заданных требований по достоверности и своевременности доставке управляющей информации потребителям системы цифровой экономики. Использование в указанных системах средств помехоустойчивого кодирования для достижения требуемой достоверности является объективной необходимостью и рациональным средством эффективного достижения целей управления в сжатые временные интервалы.

В указанных условиях оправдано применение коротких конструкций избыточных кодов с использованием средств способствующих максимальному использованию введенной в код избыточности. К таким средствам прежде всего необходимо отнести реализацию мягких методов обработки принятых кодовых комбинаций, каскадные конструкции кодов и перестановочное декодирование блоковых кодов, позволяющих в максимальной степени реализовать введенную в код избыточность. Применение этого известного из теории помехоустойчивого кодирования метода обработки избыточных кодов во многом сдерживалось сложностью получения эквивалентных кодов, для которых необходимо выполнить поиск соответствующей той или иной перестановке символов принятой комбинации порождающей матрицы в систематической форме. Из высшей алгебры известно, что сложность реализации подобных матричных вычислений достаточно высока и для матриц больших размерностей этот показатель приближается к задачам экспоненциального типа. По этой причине диссертационная работа Ал Тамими Т.Ф.Х. представляется актуальной, поскольку она направлена на сокращение цикла управления перестановочным декодером путем применения предложенной в работе процедуры быстрых матричных преобразований в системе когнитивной обработки данных. При этом ряд выявленных автором по ходу исследований свойств блоковых групповых кодов позволяет рационально использовать требуемый объем памяти когнитивной карты декодера. Оригинальное решение указанной задачи автор работы обосновала следующим новаторским предположением. В системе перестановочного декодирования

некоторые перестановки символов могут повторяться. Если запомнить для таких перестановок значение порождающей матрицы эквивалентного кода, то в случае повторения такой перестановки не потребуется осуществлять вновь вычислительный процесс, просто необходимо извлечь из памяти декодера готовый результат и использовать его в процессе обработки принятого вектора с указанной перестановкой. Становится ясным, что декодер можно «научить» распознавать все возможные перестановки, что отвечает идеологии когнитивного процесса или когнитивной метафоре.

Актуальность работы подчеркивается еще и тем, что автора рассматривает не двоичные коды, для которых перестановочное декодирование реализуется в расширенных полях Галуа, а значит сложность процедуры перестановочного декодирования возрастает кратно относительно двоичных кодов.

### **Структура и содержание работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Наиболее важные программы реализации имитационных моделей, программы организации вычислительного процесса быстрых матричных преобразований в системе ПЛИС, акт внедрения и использования результатов диссертационной работы представлены в электронном виде. Предметная область исследования соответствует теме диссертационной работы, в работе и автореферате диссертации описан объект и предмет исследования, цель и задачи исследования, приведены положения, выносимые на защиту. Имеется список научных трудов соискателя по теме диссертационной работы.

Во введении диссертационной работы рассматриваются общие вопросы, связанные с обоснованием актуальности проводимых исследований, формулируется цель исследования, указываются решенные в работе научные задачи и декларируются вопросы, выносимые на защиту. Приводятся сведения об апробации и реализации результатов исследований.

Первая глава работы посвящена общим вопросам построения систем управления и использования в них методов защиты цифровой информации от ошибок. Рассматриваются принципы организации когнитивных систем искусственного типа, показывается возможность применения таких систем в составе конструкций декодеров помехоустойчивых кодов.

Вторая глава посвящена вопросам имитационного моделирования непрерывных каналов связи, используемых в составе систем управления для передачи управляющих сигналов и приема данных о степени достижения управляемыми устройствами заданной целевой функции. Автор работы выбирает для этого канал с независимым потоком ошибок, как наиболее общий тип непрерывного канала. На основе разработанного комплекса программ имитационных моделей формируются потоки мягких решений двоичных символов, в основе которых лежит хорошо апробированный метод стирающего канала связи с широким интервалом неопределенности. Использование

численных методов дает возможность автору формировать целочисленные оценки надежности двоичных символов и на основе кортежа полученных данных для одного символа недвоичного кода сформировать для него свой индекс надежности по тому или иному правилу. В работе сравниваются несколько подходов в решении поставленной задачи. Предпочтение отдается методу отношения правдоподобия, когда принятый приемником кортеж данных сравнивается с гипотетической эталонной последовательностью таких данных.

В третьей главе автор исследует предложенный метод перестановочного декодирования с использованием когнитивной метафоры. Убедительно доказывается целесообразность применения метода в современных системах обмена данными. При этом общей особенностью методов диссертационной работы является применение как математических методов и моделей, так и онтологического подхода к объекту исследования. В частности, предложена лексикографически упорядоченная онтология когнитивной карты декодера для определения параметров доступа к эталонной матрице требуемого эквивалентного кода на основе канонического представления произвольной перестановки нумераторов символов принятого кодового вектора.

В заключении представлены основные результаты, полученные в ходе проведенного исследования, делаются общие выводы по работе.

Название диссертации верно отражает ее содержание, а ее материалы достаточно полно изложены в научных публикациях автора. Основные результаты диссертации опубликованы в 4 статьях изданий из перечня ВАК и 4 тезисах докладов научных конференций различного уровня, имеется патент РФ, суть которого изложена в Приложении А диссертационной работы.

Автореферат написан ясным лаконичным языком и отражает основное содержание диссертации.

Тематическая ориентация работы, ее содержание и основные результаты соответствуют требованиям паспорта специальностей 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций и 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Диссертационная работа представляет практическую ценность, поскольку позволяет относительно просто реализовать эффективный способ обработки блоковых кодов. Кроме того, перестановочное декодирование с его системой эквивалентных кодов может быть успешно применено в области информационной безопасности.

#### **Обоснованность, новизна и достоверность основных выводов работы.**

В качестве новых теоретических результатов диссертационной работы следует отметить следующие:

1. Впервые применен метод когнитивной обработки данных для управления процедурой перестановочного декодирования путем хранения в

когнитивной карте декодера результатов поиска порождающих матриц эквивалентных кодов, полученных на предыдущих этапах его работы.

2. Доказана эффективность системы управления декодером на основе введенных быстрых матричных преобразований порождающих матриц эквивалентных кодов с использованием их эталонных аналогов, позволившая на два – четыре порядка и более (в зависимости от параметров кода) снизить объем требуемых матричных вычислений.

3. Предложена принципиально новая методика сокращения общего объема памяти когнитивной карты декодера (от 80% до 90%) за счет использования циклических свойств нумераторов перестановок.

4. Предложена новая структура декодера с элементами лексикографического поиска вектора ошибок, отличающаяся новизной технического решения (патент РФ № 2619533, опубликован 16 мая 2017 г.).

### **Замечания по диссертационной работе**

Отмечая высокий уровень диссертационной работы и глубокую проработку темы, следует отметить недостатки, выявленные в ходе рецензирования рукописи.

1. Недостаточно внимания уделено обсуждению справедливости равенства (выражение 1.18 на с. 39), которое приведено без ссылки на первоисточник и по сути является ключевым для системы с перестановочным декодированием. Из приведенного выражения и объявленных значений его символики следует, что все символы принятой кодовой комбинации принимаются ненадежно и стираются, что собственно является маловероятным частным случаем в определении вероятности ошибки принятого кодового вектора и не может служить обобщением на все множество вероятных событий.

2. Во второй главе мало внимания уделено одному из важных современных направлений согласования скорости передачи данных в системе когерентных сетей и темпах обработки этих данных в процессорах приемников на ПЛИС, где перестановочное декодирование может сыграть свою положительную роль (раздел 2.1 диссертации).

3. Встречаются различные обозначения одних и тех же параметров, используемых в разных главах. Так в главе 1 перестановочная матрица обозначается через символ  $R$  (с.25), а в главе 3 подобная матрица именуется как  $P$  (с. 81), что затрудняет чтение работы.

Отмеченные недостатки и сделанные замечания не умаляют важности достигнутых соискателем практических результатов. Диссертационная работа представляет собой законченный научный материал, содержащий достаточно обоснованное теоретическое и практическое решение проблемы применения систем управления с использованием вычислительных устройств в формате перестановочных декодеров корректирующих кодов на базе применения когнитивной процедуры обработки данных.

## Выводы

Содержание диссертационной работы изложено последовательно и подчиняется заявленной цели исследования, содержит выносимые для публичной защиты обоснованные научные результаты и положения, обладающие новизной технических решений, практической и теоретической значимостью. Согласно ГОСТ 7.0.11 – 2011 и п. 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней в диссертации не содержится заимствованный материал без ссылок на авторов и источники заимствования.

Диссертация Ал Тамими Таква Флайих Хасан на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п.9 Положения о присуждении ученых степеней и является законченной научной квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи построения перестановочных декодеров недвоичных кодов с использованием когнитивной метафоры. Автор диссертационной работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления и 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Официальный оппонент к.т.н., доцент,  
доцент кафедры информатики ФГБОУ ВО  
«Ульяновский институт гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»



Капитанчук В.В.

432071, г. Ульяновск, ул. Можайского, 8/8

Телефон: 8(8422)39-81-23

Факс: 8(8422)44-54-45 E-mail: [uvau@list.ru](mailto:uvau@list.ru), [kapvas@mail.ru](mailto:kapvas@mail.ru)

Интернет-сайт: [www.uvauga.ru](http://www.uvauga.ru)

Подпись доцента Капитанчука В.В. заверяю.

Проректор по УНР ФГБОУ ВО «Ульяновский  
институт гражданской авиации имени

Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»

кандидат военных наук, доцент

« 20 » февраля 2019 г.



Н.Н. Африкантов