

«Утверждаю»
ВРИО Директора Федерального
государственного бюджетного учреждения науки
«Институт вычислительных технологий
Сибирского отделения Российской академии наук»

1073
«22» 02



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Щукина Владислава Юрьевича**
«Дизъюнктивные коды со списочным декодированием»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.01.05 – «теория вероятностей и математическая статистика».

Диссертационная работа посвящена исследованию вопросов, связанных с дизъюнктивными кодами и гиперкодами. Основное внимание уделяется разработке вероятностного метода для построения оценок важных теоретико-информационных характеристик данных кодов и их обобщений. Дизъюнктивные коды были введены У. Каутцом и Р. Синглтоном в 1964 году, ими также был описан ряд приложений. Новый интерес к изучению гиперкодов возник после выхода статьи Д. Боне и Д. Шоу в 1998 году, где описано применение гиперкодов с целью защиты авторских прав на цифровую продукцию. Данной тематикой занимались и занимаются многие исследователи, весомый вклад внесли П. Эрдеш, З. Фуреди, А. Де Бонис, П. Дамашке, С. Блэкберн, Д. Стинсон, Ж. Коэн, А.Г. Дьячков, В.В. Рыков, Л.А. Бассальго, М.Б. Малютов, В.И. Левенштейн.

Основным объектом изучения в диссертации В.Ю. Щукина являются следующие семейства кодов. Дизъюнктивным кодом со списочным декодированием с натуральными параметрами s и L (кратко, СД s_L -коды) называется двоичная матрица, у которой для любых двух наборов столбцов (кодовых слов) мощностей s и L существует строка, содержащая значение 0 во всех столбцах из набора мощности s и хотя бы одно значение 1 среди столбцов второго набора. Более слабым свойством, но имеющим естественное q -ичное обобщение, обладают гиперкоды со списочным декодированием (кратко, q -ичные СД s_L -гиперкоды), для которых такая строка, состоящая уже из q -ичных символов, должна содержать хотя бы один q -ичный символ в столбцах из набора мощности L , не встречающийся в этой строке в наборе столбцов мощности s .

Наиболее известным применением данных кодов при $L > 1$ является построение двухступенчатых процедур комбинаторного поиска дефектных элементов, другими же математиками в основном рассматривается частный случай $L = 1$. В диссертации улучшены ранее известные нижние границы для асимптотической скорости СД s_L -кодов при $L > 1$, а также получены наилучшие известные нижние и верхние границы для асимптотической скорости q -

ичных СД s_L -гиперкодов, в том числе и в наиболее важном случае $L = 1$. Кроме того, автором исследованы некоторые новые постановки задач, связанные с СД s_L -кодами.

Диссертация состоит из введения, где приводится обзор литературы по данной тематике и изложено краткое содержание работы, четырех глав и заключения.

В первой главе построена новая нижняя граница для скорости СД s_L -кодов. При доказательстве автор использует метод случайного кодирования на ансамбле равновесных кодов, при этом применяются методы оптимизации выпуклых функционалов и решается ряд довольно громоздких аналитических задач. Данная граница обобщает наилучшую известную нижнюю границу для СД s_1 -кодов, полученную А.Г. Дьячковым и др. в 1989 году, а также полученную П. Эрдешем и др. в 1982 году для частного случая СД 2_1 -кодов.

Во второй главе рассматривается одно из обобщений СД s_L -кодов – почти дизъюнктивные коды со списочным декодированием, для которых доля s -наборов кодовых слов, не обладающих указанным выше свойством СД s_L -кодов, ограничена параметром ϵ , называемым вероятностью ошибки. Диссертант построил нижнюю границу для наилучшего показателя экспоненциального убывания вероятности ошибки при росте длины кода и фиксированной скорости, а также верхнюю границу для пропускной способности почти дизъюнктивных кодов со списочным декодированием. Для вывода первого результата применяются схожие методы, что и в главе 1. Доказательство второго результата основано на комбинаторных соображениях.

Третья глава диссертации посвящена новой для группового тестирования постановке задачи, мотивированной возможным использованием в системах технической диагностики. При довольно естественном предположении, что множества дефектных элементов одинаковой мощности возникают равновероятно, автор рассматривает задачу построения неадаптивной процедуры групповых проверок с минимальным количеством тестов для ответа на вопрос: превысило ли количество дефектов заданную константу s ? Тривиальные рассуждения показывают, что в случае отсутствия ошибки при ответе на вопрос оптимальная процедура задается СД s_1 -кодом (или дизъюнктивным s -кодом). Далее В.Ю. Шукин исследует вероятностную постановку задачи и для предложенного им алгоритма ответа на вопрос, требующего определенного свойства для кода, доказывает существование процедуры групповых проверок с некоторым показателем экспоненциального убывания вероятности ошибки при росте количества тестов. Полученная экспонента ошибки существенно превосходит максимальную экспоненту ошибки для почти дизъюнктивных кодов.

Четвертая глава посвящена построению границ для асимптотической скорости q -ичных СД s_L -гиперкодов. Автору удалось получить новые нижние и верхние границы, которые улучшают ранее известные, полученными другими авторами в основном в случае $L = 1$. Помимо уже использованной в предыдущих главах техники получения нижних границ с помощью вероятностного метода, диссертант применяет в доказательствах установленные им соотношения между асимптотическими скоростями q -ичных СД s_L -гиперкодов различной размерности q , а также между скоростями q -ичных СД s_L -гиперкодов и СД s_L -кодов.

Диссертационная работа имеет не принципиальные недостатки:

1. Результаты моделирования проверки гипотезы в третьей главе, представленные в таблице 3.3.1, малоинформативны. Теорема 3.2.1 устанавливает нижнюю границу для экспоненты ошибки порогового критерия, которая не зависит от скорости кода, поэтому было бы интересно увидеть насколько отличаются вероятности ошибки порогового критерия для различных объемов множества всех элементов (t) и при одинаковом количестве тестов (N). Например, при $N = 10$ и $t = 15, 20, 30, 50, 100, \dots$
2. Присутствуют отдельные опечатки и неточности. Например, на стр. 8 вместо $R^{(q)}(2) \leq 2/3$ должно быть $R^{(q)}(\leq 2) \leq 2/3$, на стр. 50 в 7-й снизу формуле вместо \ln_2 должно быть \ln .

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления о работе.

Результаты диссертации являются новыми и вносят заметный вклад в развитие комбинаторной теории кодирования. Автор продемонстрировал высокий уровень владения различными вероятностными, комбинаторными и аналитическими методами.

Результаты диссертационной работы ясно изложены и снабжены полными и подробными доказательствами.

Результаты диссертации, выносимые на защиту, опубликованы в 13 работах, в том числе 6 статей в журналах из перечня ВАК, прошли апробацию на ряде международных конференций. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

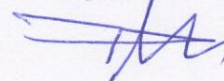
Диссертационная работа «Дизъюнктивные коды со списочным декодированием» является завершённым научным исследованием и удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации, а ее автор, Щукин Владислав Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 (теория вероятностей и математическая статистика).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании лаборатории информационных систем и защиты информации ФГБУН «Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук» 20 февраля 2017 года (протокол № 4).

Главный научный сотрудник
лаборатории информационных систем и защиты информации
отдела информационных технологий и проблем мониторинга,
доктор технических наук

630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6
тел.: +7(383)334-91-24,
e-mail: boris@ryabko.net

Рябко Борис Яковлевич



Главный научный сотрудник
лаборатории анализа и оптимизации нелинейных систем
отдел вычислительных технологий,
доктор физико-математических наук

630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6
тел.: +7(383)333-18-82,
e-mail: chubarov@ict.nsc.ru

Чубаров Леонид Борисович

