

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Воробьева Ильи Викторовича  
«Разделяющие коды»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук  
по специальности 01.01.05 – теория вероятностей и математическая статистика

Диссертационная работа И.В. Воробьева «Разделяющие коды» посвящена в основном исследованию разных теоретико-информационных характеристик разделяющих систем и дизъюнктивных кодов с помощью теории вероятностей и комбинаторной теории кодирования.

В автореферате кратко представлены основные результаты диссертационного исследования. Они свидетельствуют, что диссертант решил ряд трудных актуальных задач, а это и есть главное достоинство работы.

В представленной работе дан вывод новых асимптотических оценок скоростей разделяющих систем (автор называет их разделяющими кодами) и различных обобщений дизъюнктивных кодов.

В 1965 году в ИППИ АН СССР было введено понятие двоичной разделяющей  $(2, 2)$ -системы для решения задачи противоголоного и помехоустойчивого кодирования состояний дискретных автоматов, которое позднее было обобщено на случай разделяющих  $(s, \ell)$ -систем. В 1972 году в ИППИ были впервые рассмотрены  $q$ -ичные разделяющие системы, а затем развита и общая теория разделяющих систем. С момента появления разделяющих систем возникли многочисленные их приложения, наиболее популярным из которых сейчас является, например, использование этих систем в защите авторских прав на цифровую продукцию. В серии статей в ИППИ были выведены верхние и нижние асимптотические границы скорости разделяющих  $(2,2)$ -  $(2,1)$ -систем и полностью разделяющих систем, а в конце XX-го века в англоязычной литературе прошла волна исследований особенно верхних границ для  $(s, \ell)$ -систем, улучшением которых теперь в представленной работе занимается И.В. Воробьев.

Автор диссертации получил соотношения, связывающие разделяющие системы с другими семействами кодов. Они позволили улучшить ранее известные оценки скоростей. Вероятностным методом получена новая оценка скорости  $q$ -ичных систем. Примечательно, что отношение полученных в диссертации верхней и нижней границ скорости  $q$ -ичных систем не зависит от  $q$ .

В диссертации рассматриваются также дизъюнктивные коды со списочным декодированием и почти дизъюнктивные коды. Определение дизъюнктивного кода было дано в 1964 году в статье Каутса и Синглтона. В этой же работе была поставлена задача оценки скорости таких кодов и описаны некоторые их приложения. Дизъюнктивные коды со списочным декодированием и почти дизъюнктивные коды являются обобщением дизъюнктивных кодов, которые могут быть использованы, в частности, в задаче поиска дефектов посредством так называемых групповых проверок. Для списочных дизъюнктивных кодов автор получил новые верхние границы скоростей, лучшие, чем ранее известные границы. Методом случайного кодирования получена нижняя оценка пропускной способности почти дизъюнктивного кода.

В последней главе групповые проверки применяются в многоступенчатом поиске дефектов. Предложен новый подход для построения алгоритмов поиска. На случай двух дефектов верхняя асимптотическая граница его скорости достигает  $1/2$ . (Почему-то автор назвал её теоретико-информационной.)

В автореферате обоснована актуальность тематики диссертационной работы, описана история исследований и дан подробный обзор существующей литературы по данной теме. В нем четко сформулированы цели и методы исследования, а также полученные автором результаты и их научная новизна. В автореферате отмечено, что результаты диссертационной работы опубликованы в 13 печатных изданиях, из них 5 в журналах из перечня ВАК. Диссертация прошла достаточную апробацию на семинарах МГУ им. М.В. Ломоносова, ИППИ РАН, ВЦ РАН. Результаты диссертации докладывались на ряде международных конференций за рубежом.

Диссертационная работа И.В. Воробьева полностью соответствует специальности 01.01.05 – теория вероятностей и математическая статистика.

В качестве незначительного недостатка отметим использование нетрадиционного оборота "оценка асимптотической скорости", вместо "асимптотическая оценка скорости". Кроме того нельзя назвать удачным первый абзац стр. 20.

Заключительную фразу 3-го абзаца на стр. 2 уместнее было бы построить так: "...воспользовавшись появившейся в 1977 г. наилучшей границей Р.Макэлиса и др. для величины  $R(\delta)$ , пересчитали оценку  $R(2, 2) < 0.2835$ , которая не улучшена до сих пор, но будет легко пересчитана на основе упомянутого в автореферате "рассуждения", как только появится новая верхняя граница для обычных помехоустойчивых кодов, лучшая, чем граница четырёх американцев". Впрочем, никакого отношения к качеству диссертации И.В. Воробьева это замечание не имеет.

Автореферат удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а его автор, Воробьев Илья Викторович, безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.05 – теория вероятностей и математическая статистика.

Доктор технических наук  
главный научный сотрудник  
лаборатории №1 им. М.С. Пинскера  
профессор  
E-mail: sagayurij@yandex.ru

23 марта 2017 г.



Ю.Л. Сагалович



Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
Институт проблем передачи  
информации им. А.А. Харкевича  
Российской академии наук (ИППИ РАН)