

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.384.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 28 ноября 2023 г. № 4/23
о присуждении Буркову Артёму Андреевичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и методы обеспечения стабильной и
энергоэффективной работы систем массовой межмашинной связи»
по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций
принята к защите 27 июня 2023 года, протокол № 2/23, диссертационным
советом 24.2.384.01, созданным на базе Федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического
приборостроения» (ГУАП), Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская,
д. 67, лит. А, приказ № 741/нк от 08 июля 2015 г.

Соискатель Бурков Артём Андреевич, 02 сентября 1993 года рождения,
гражданин Российской Федерации, работает старшим преподавателем
кафедры «Инфокоммуникационных технологий и систем связи»
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения» (ГУАП), Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации.

В 2017 году с отличием закончил в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет аэрокосмического приборостроения»
программу магистратуры по направлению подготовки 11.04.02

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (диплом магистра с отличием 107824 2854557 от 30 июня 2017 года, регистрационный номер 82803).

Также в период подготовки диссертации обучался в аспирантуре по очной форме в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», направление подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи». Диплом об окончании аспирантуры 107827 0000457 от 02 июля 2021 года (регистрационный номер 81а).

Справка №10 об обучении (периоде обучения) и о сдаче кандидатских экзаменов выдана Буркову А.А. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» 28.04.2023 г.

Диссертация выполнена на кафедре «Инфокоммуникационных технологий и систем связи» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Тюрликов Андрей Михайлович, основное место работы – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», заведующий кафедрой инфокоммуникационных технологий и систем связи.

Официальные оппоненты:

1. Парамонов Александр Иванович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры сетей связи и передачи данных федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург;

2. Степанов Михаил Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сетей связи и коммутации Ордена Трудового Красного

Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики», г. Москва,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Российский институт мощного радиостроения» (АО «РИМР»), г. Санкт-Петербург, в своем **положительном** отзыве, подписанном заместителем технического директора, кандидатом технических наук Мингалевым А.Н., заместителем начальника НТО-00200, кандидатом технических наук Клионским М.Б. и ученым секретарем, кандидатом технических наук, доцентом Шарко Г.В., утвержденном генеральным директором Жоховым А.Н., указала, что диссертационная работа «Модели и методы обеспечения стабильной и энергоэффективной работы систем массовой межмашинной связи» Буркова А.А. представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Полученные диссертантом научные результаты имеют теоретическую и практическую значимость, а содержание работы соответствует пунктам 1, 3, 6 и 8 паспорта специальности. Диссертация соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к диссертациям на соискание кандидата наук, а её автор Бурков Артём Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Соискатель имеет 23 опубликованные работы по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК, опубликовано 5 работ; в изданиях, включенных в перечень Web of Science и Scopus, опубликовано 10 работ; в сборниках тезисов докладов опубликовано 7 работ; одно свидетельство о государственной регистрации программ на ЭВМ. Из них две работы опубликованы без соавторства. Общий объем авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности, а именно свидетельства о программе на ЭВМ) составляет 5,87 печатных листов из общего количества 9,56 печатных листов. Получены акты

о внедрении результатов диссертационной работы в ООО «Цифра», АО «Концерн «Гранит-Электрон» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Бурков, А. А. Верхняя оценка спектральной эффективности для систем с гибридной решающей обратной связью при ограничении на вид модуляции / А. А. Бурков, А. М. Тюрликов // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Техника телевидения. — 2020. — № 1. — С. 74—83. (объем 0,625 п.л. / авторский вклад 0,313 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложена модель системы передачи с гибридной решающей обратной связью и описана методика для нахождения верхней оценки спектральной эффективности такой системы при ограничении на вид модуляции.

2. Burkov, A. A. Lower bound for average delay in unblocked random access algorithm with orthogonal preambles / A. A. Burkov, S. V. Shneer, A. M. Turlikov // Информационно-управляющие системы. — 2020. — 3 (106). — С. 79—85. (объем 0,438 п.л. / авторский вклад 0,15 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложены модель системы с потенциально неограниченным числом абонентов и неблокированный алгоритм случайного доступа с применением преамбул. Найдена предельная интенсивность входного потока для алгоритма и получено замкнутое выражение для расчета средней задержки.

3. Burkov, A. A. Signal power and energy-per-bit optimization problems in mMTC systems / A. A. Burkov // Информационно-управляющие системы. — 2021. — 5 (114). — С. 51—58. (объем 0,5 п.л. / авторский вклад 0,5 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложена модель системы с потенциально неограниченным числом устройств, в рамках которой сформулированы и рассмотрены четыре задачи минимизации энергозатрат при заданных параметрах (число информационных бит, спектральная

эффективность системы и требуемая достоверность доставки). Представлены численные результаты решения данных оптимизационных задач. Определены нижние границы для энергозатрат.

4. Burkov, A. A. Analyzing and stabilizing multichannel ALOHA with the use of the preamble-based exploration phase / A. A. Burkov, R. Rachugin, A. Turlikov // Информационно-управляющие системы. — 2022. — 5 (120). — С. 49—59. (объем 0,688 п.л. / авторский вклад 0,313 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложена модель системы случайного множественного доступа и алгоритм ALOHA с использованием преамбул и фазы исследования. Предложена формула для численного расчета пропускной способности на канал и проведен анализ условий стабильности алгоритма в режиме с потерями и без потерь.

5. Burkov, A. A. Comparison of the ways to reduce energy costs in stable massive machinetype communication systems / A. A. Burkov // Информационно-управляющие системы. — 2023. — № 2. — С. 39—50. (объем 0,75 п.л. / авторский вклад 0,75 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложена модель базовой системы на основе алгоритма типа ALOHA для сценария массовой межмашинной связи в канале с аддитивным белым гауссовым шумом. Описаны два способа снижения энергозатрат для рассматриваемой системы: использование методов гибридной решающей обратной связи и алгоритма разрешения конфликтов с динамическим расписанием. Проведен анализ нижних границ энергозатрат при стабильной работе системы и заданных требованиях к спектральной эффективности.

Публикации в изданиях, индексируемых в Web of Science и SCOPUS:

6. Burkov, A. An achievability bound of energy per bit for stabilized massive random access Gaussian channel / A. Burkov, S. Shneer, A. Turlikov // IEEE Communications Letters. — 2020. — Т. 25, № 1. — С. 299—302. (объем 0,25 п.л. / авторский вклад 0,09 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложена модель системы с гауссовским каналом случайного доступа, определены условия стабильности для

алгоритма с повторными передачами и границы достижимости для затрат энергии на бит.

7. Achievability Bounds for Massive Random Access in the Gaussian MAC with Delay Constraints / A. Burkov [и др.] // 2019 XVI International Symposium "Problems of Redundancy in Information and Control Systems" (REDUNDANCY). — IEEE. 2019. — С. 224—227. (объем 0,25 п.л. / авторский вклад 0,09 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложена модель системы с гауссовским каналом случайного доступа и определены границы достижимости для энергоэффективности для алгоритма без повторных передач с учетом требуемой вероятности доставки и ограничении на задержку.

8. Burkov, A. Throughput Analysis of Adaptive ALOHA Algorithm Using Hybrid-ARQ with Chase Combining in AWGN Channel / A. Burkov, N. Kuropatkin, N. Matveev // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. — Springer, 2017. — С. 519—525. (объем 0,44 п.л. / авторский вклад 0,25 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложены модель системы случайного множественного доступа с учетом особенностей методов гибридной обратной связи на основе комбинирования по Чейзу и анализ эффективности данного метода в алгоритме типа ALOHA .

9. Burkov, A. Contention-based protocol with time division collision resolution / A. Burkov, A. Frolov, A. Turlikov // 2018 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). — IEEE. 2018. — С. 1—4. (объем 0,25 п.л. / авторский вклад 0,125 п.л.)

Личный вклад: соискателем предложены модель системы случайного доступа с учетом особенностей применения методов разрешения коллизий на основе преамбул и алгоритм с использованием режима разделения по времени, проведен анализ условий стабильности предложенного алгоритма.

В диссертации Буркова А.А. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные

результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили **отзывы из 12 организаций (все отзывы положительные):**

1. Акционерное общество «Концерн «Океанприбор» (подписал заместитель генерального директора по инновациям и проектам гражданского назначения, доктор технических наук, профессор Ивакин Ян Альбертович). Замечания: 1. Формулировка основных положений, выносимых на защиту, на мой взгляд, выполнена неудачно: приведенные формулировки перегружены изложением частных аспектов указанных положений и работ по их обоснованию. Это очень затрудняет понимание существа указанных положений, их существа и логической взаимосвязи. 2. При описании второй главы в тексте автореферата приведены основные допущения для модели системы. При описании третьей и четвертой главы, говорится о том, что данная модель было модифицирована, но не конкретизировано в чем заключались эти модификации. 3. В автореферате при описании графиков, представленных на рисунке 1 (стр. 13), не указано, как автор трактует представленные на нем результаты. 4. На странице 16 сказано, что автором проводился анализ средних задержек для предлагаемых алгоритмов, но в автореферате отсутствует информация о том, как именно это было сделано. 5. Автор в тексте автореферата отмечает, что для вычисления по формуле (2) на странице 15 применялся метод Монте-Карло, однако не обосновывается необходимость применения данного метода.

2. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им А.А Харкевича Российской академии наук (подписал ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией беспроводных сетей, доктор технических наук Хоров Евгений Михайлович). Замечаний нет.

3. Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (подписал заведующий кафедрой статистической радиофизики и мобильных систем связи радиофизического факультета, доктор физико-математических наук, профессор Мальцев Александр Александрович). Замечания: 1. На

странице 16 приведена формула для вычисления критической интенсивности входного потока сообщений $\lambda_{кр}$ при конечном числе преамбул, однако в таблице 4 на странице 17 приводятся результаты анализа энергоэффективности только при «бесконечном» числе преамбул. 2. В тексте автореферата на стр. 15-16 приводится пошаговое описание работы заблокированного алгоритма, предложенного автором, но не указано, какие его шаги необходимо изменить, если алгоритм будет неблокированным. 3. В автореферате, к сожалению, не приводятся временные диаграммы, иллюстрирующие работу системы массовой межмашинной связи. Использование таких диаграмм позволило бы значительно проще воспринимать математические выкладки и формулы.

4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ордена Трудового Красного Знамени Российский научно-исследовательский институт радио имени М.И. Кривошеева» (ФГБУ НИИР) Санкт-Петербургский филиал – «ЛОНИИР» (подписал главный инженер научно-технического центра спутниковых систем связи, радиомониторинга и вещания, кандидат технических наук Синильников Александр Михайлович). Замечания: 1. В тексте автореферата автор пишет: «Для непрерывного по времени канала, когда сигнал передается в течение времени T и в некоторой полосе частот $W...$ ». Следует отметить, что при конечной длительности сигнала занимаемая им полоса частот не может быть конечной. 2. Из текста автореферата следует, что при рассмотрении дискретного по времени сигнала, представляющего собой набор отсчетов, автор не рассматривает влияние искажений, возникающих при процедуре дискретизации. 3. В работе при анализе энергоэффективности используется такая характеристика как «энергия на бит», подразумевающая отношение энергии, затрачиваемой на передачу информационного бита, к спектральной плотности мощности шума. Из текста автореферата не ясно, учитываются ли затраты энергии на передачу преамбул при анализе данной характеристике в предлагаемых автором алгоритмах. 4. В своей работе автор говорит о том, что рассматривает сценарий, относящийся к такой предметной области, как Интернет Вещей. В

настоящее время в системах Интернета Вещей используются наземные беспроводные каналы связи. Искажение в таких каналах связи характеризуются различными факторами (многолучевое распространение и т.п.). Однако автор ограничивается только рассмотрением модели канала с аддитивным белым гауссовским шумом.

5. Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Вектор» (подписал начальник научно-исследовательской лаборатории, кандидат технических наук, доцент Подстригаев Алексей Сергеевич). Замечания: 1. При описании предлагаемого автором алгоритма случайного доступа на основе метода разрешения коллизии с использованием преамбул автор описывает свойства, предъявляемые к используемым преамбулам (с.15), но в тексте автореферата не указывается метод их формирования. 2. На с.16 во втором шаге алгоритма работы пользовательского устройства указана вероятность передачи сообщения пользовательским устройством, которая определяется с учетом числа активных пользователей в системе. В автореферате не уточняется, как именно пользователи узнают данное значение.

6. Публичное акционерное общество «Информационные телекоммуникационные технологии» (ПАО «Интелтех» (подписали ученый секретарь ПАО «Интелтех», доктор технических наук, профессор Будко Павел Александрович, заместитель генерального конструктора, кандидат военных наук, доцент Харченко Олег Васильевич). Замечания: 1. Судя по автореферату, в работе недостаточно полно исследованы вопросы передачи сообщений неограниченной длины. 2. В описании рисунка 3 на странице 17 автореферата при сравнении измененной и модифицированной моделей стоило бы подробнее раскрыть вызывающее сомнения существенное их приращение эффективности над действующими алгоритмами (базовой системой) при всех равных условиях (соотношений сигнал/шум).

7. Публичное акционерное общество «Центральное научно-производственное объединение «Ленинец» (подписал главный специалист, зам. главного конструктора, доктор технических наук, старший научный

сотрудник Никульский Игорь Евгеньевич). Замечания: 1. В автореферате приводятся результаты исследования системы передачи с каналом обратной связи, однако не уточняется тип обратной связи (информационная, ретрансляционная, решающая и другие). 2. Автор диссертационной работы уделил повышенное внимание решению задачи обеспечения стабильной работы при требуемой спектральной эффективности в системах с обратной связью, вместе с тем соотношений для определения средней задержки протокольных единиц при их передаче по каналу в работе не выявлено и не проанализировано, что несколько сужает представления об исследуемых процессах.

8. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» (подписал профессор факультета программной инженерии и компьютерной техники НИУ ИТМО, доктор технических наук, профессор Алиев Тауфик Измайлович). Замечания: 1. В работе автор учитывает только затраты энергии на передачу сигнала при этом не учитываются затраты энергии на обработку и хранение информации. 2. Алгоритмы разрешения конфликта на основе преамбул, предлагаемые автором в тексте автореферата представлены только в виде шагов алгоритма. Для лучшего восприятия работы данных алгоритмов автору стоило добавить примеры работы в виде временной диаграммы.

9. Акционерное общество «Научно-исследовательский институт телевидения» (подписали главный научный сотрудник, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Кузичкин Александр Васильевич, начальник базового центра системного проектирования, ученый секретарь научно-технического совета, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Ковальчук Виктор Сергеевич). Замечания: 1. В работе предполагается, что все абонентские устройства, участвующие в информационном обмене, обладают одинаковыми характеристиками. Однако во многих случаях, важных для практики, абонентские устройства должны обеспечивать доставку информации с разными допустимыми задержками. 2. С практической точки зрения было бы интересно рассмотреть работу предложенных алгоритмов в более сложной сигнально-помеховой обстановке,

чем это сделано в диссертационной работе. 2. Из автореферата не ясно, каким образом при анализе разрешения конфликтов в сети с использованием преамбул учитывалось влияние взаимокорреляционных характеристик различных преамбул.

10. ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (подписал профессор кафедры прикладных математики и физики, доктор технических наук, профессор Привалов Александр Юрьевич). Замечания: 1. На стр. 3 во втором сверху абзаце не слишком удачная формулировка: «предполагается работа огромного числа простых устройств ..., которые редко передают малые объемы данных» – более удачной было бы что-то вроде «предполагается работа огромного числа простых устройств ..., от каждого из которых передачи редки и малы по объему данных». 2. Для представленных в тексте автореферата задач минимизации (таблица 1 на странице 12) автор не указывает, какой метод был выбран для их решения. 3. Нижняя граница для энергии на бит в системе со вторым типом гибридной решающей обратной связи, в отличие от других, представленных автором границ, определяется как решение уравнения (таблице 3 на странице 15). В данное уравнение входит функция, вычисляемая автором с помощью метода Монте-Карло, в соответствии, с чем стоило подробнее описать подход к решению данного уравнения, а также уточнить: всегда ли данное уравнение имеет решение; может ли быть найдено более одного корня и какое решение должно быть выбрано в таком случае.

11. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (подписал профессор кафедры теоретических основ радиотехники, кандидат технических наук, доцент Сергиенко Александр Борисович). Замечания: 1. В системе с повторными передачами у пользовательского устройства может скапливаться очередь из некоторого числа еще не доставленных сообщений. В автореферате не приведено данных о статистических свойствах размера такой очереди, наблюдающегося при использовании рассматриваемых алгоритмов. 2. В автореферате отмечается, что в системе с повторными передачами время,

необходимое для успешной доставки сообщения, является случайным, однако не приводится результатов анализа статистических свойств этой случайной величины для рассматриваемых алгоритмов.

12. ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (подписал заведующий кафедрой теории вероятностей и кибербезопасности, доктор технических наук, профессор Константин Евгеньевич Самуйлов). Замечания: 1. Все результаты в работе были получены, исходя из предположения о наличии Пуассоновского входного потока в системе. Стоит отметить, что такая модель потока не в полной мере учитывает особенности современных разновидностей сценариев массовой межмашинной связи (например, зависимость, как в пространстве, так и во времени процессов появления сообщений у разных абонентских устройств). Как следует из автореферата, в работе на обсуждались вопросы, каким образом отход от предположений о Пуассоновском входном потоке может повлиять на полученные результаты. 2. Из текста автореферата следует, что введенный автором параметр G , влияющий на вероятность передачи в системе, имеет различные ограничения на принимаемые значения, которые зависят от типа рассматриваемой системы. Возможно, для удобства восприятия стоило для каждой системы ввести уникальное обозначение данного параметра.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается фундаментальным характером научных исследований, большим опытом и достижениями в области разработки современных телекоммуникационных систем и наличием соответствующих публикаций, в том числе в ведущих журналах, определенных ВАК при Минобрнауки России. Выбор АО «Российский институт мощного радиостроения» в качестве ведущей организации обусловлен огромным опытом данного учреждения в области построения сетей передачи данных и эксплуатации сетевого оборудования, а также большим числом публикаций в данной предметной области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны модели систем случайного множественного доступа с потенциально неограниченным числом пользовательских устройств для определения затрат энергии на передачу, необходимых при обеспечении стабильной работы системы;

предложены методы повышения энергоэффективности стабильных систем случайного доступа при потенциально неограниченном числе пользовательских устройств, основанные на применении гибридной решающей обратной связи и на разрешении коллизий с использованием преамбул, а также оригинальные методики вычисления границ энергозатрат на передачу при стабильной работе системы;

доказано, что применение предложенных методов позволяет уменьшить затраты энергии на передачу, необходимые для обеспечения стабильной работы системы случайного множественного доступа с потенциально неограниченным числом пользовательских устройств по сравнению с типовым алгоритмом ALOHA;

введены два новых алгоритма, на основе методов разрешения коллизий с использованием преамбул, которые позволили расширить область устойчивой работы системы по сравнению с типовым алгоритмом ALOHA.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что для систем случайного множественного доступа с потенциально неограниченным числом пользовательских устройств существует возможность повышения их энергоэффективности в условиях обеспечения стабильной работы системы;

применительно к проблематике диссертации результативно и эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов использованы методы анализа при совместном применении теории случайного множественного доступа и теории информации множественного доступа, а также методы теории вероятностей и математической статистики,

теории случайных процессов, общесистемный анализ, методы численного анализа и методы имитационного моделирования;

изложены основные положения предлагаемых методов обеспечения стабильной и энергоэффективной работы систем случайного доступа с потенциально неограниченным числом пользователей;

раскрыты особенности влияния затрат энергии при передаче на область устойчивости систем случайного множественного доступа с потенциально неограниченным числом устройств;

проведена модернизация моделей систем случайного множественного доступа для учета потенциально неограниченного числа пользовательских устройств и возможностей совместного анализа вопросов энергоэффективности и стабильности таких систем.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методы оценки вероятности доставки коротких сообщений при отсутствии повторных передач в системах с потенциально неограниченным числом абонентских устройств в рамках проекта с ООО «Цифра»; методы анализа эффективности применения гибридной решающей обратной связи в системах передачи с большим числом устройств в опытно-конструкторские работы АО «Концерн «Гранит-Электрон»; комбинированный алгоритм случайного множественного доступа с динамическим переключением в режим разделения по времени в рамках научно-исследовательской деятельности ФГАОУ ВО ГУАП;

определены перспективы практического применения результатов исследования для оценки потенциальных возможностей алгоритмов случайного доступа на этапах проектирования систем передачи данных;

создана программная модель предложенных методов и алгоритмов для практической оценки возможностей повышения области стабильности систем случайного доступа;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию предложенных методов и алгоритмов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных работ результаты получены с применением компьютерного моделирования, а также подробно описаны условия и результаты экспериментов, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория согласуется с известными ранее результатами в области теории информации и теории случайного множественного доступа;

идея базируется на совершенствовании известного научно-методического инструментария в области исследования стабильности и энергоэффективности систем случайного доступа с большим числом устройств;

использованы результаты сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение возможно провести;

использованы современные подходы к получению количественных результатов, совмещающие теоретический расчет и метод Монте-Карло.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач исследований, разработке теоретических решений и формулировке предложенных моделей и алгоритмов, планировании исследований и экспериментов, обработке данных и интерпретации полученных результатов, обобщении результатов в виде обоснованных выводов, изложении содержания исследований в форме научных публикаций и апробации результатов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: в ряде случаев используются обозначения, отличающиеся от общепринятых в области теории информации и помехоустойчивого кодирования; в диссертационной работе рассматриваются только

Пуассоновский входной поток и модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом, что не в полной мере отражает особенности систем Интернета Вещей.

Соискатель Бурков Артём Андреевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обсуждаемым научным положениям.

На заседании 28 октября 2023 года диссертационный совет принял решение: присудить Буркову Артёму Андреевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций за решение научной задачи разработки моделей систем массовой межмашинной связи при потенциально неограниченном числе пользовательских устройств и методов повышения энергоэффективности при стабильной работе таких систем, имеющих значение для области разработки алгоритмов случайного доступа.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 10 докторов наук по специальности 2.2.15, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 14, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета 24.2.384.01
доктор технических наук, профессор

Татарникова Татьяна Михайловна

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.384.01
кандидат технических наук,



Сергеев Александр Михайлович

«28» ноября 2023 года