

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Полуэктова Дмитрия Сергеевича «Построение и анализ вероятностных моделей граничных многопользовательских систем и разделения ресурсов беспроводных сетей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

В настоящее время во всем мире реализуются проекты по разработке и созданию сетей связи 5/6-го поколения, являющихся одним из основных направлений развития телекоммуникационной индустрии. Переход к перспективным сетям нового поколения в условиях внедрения новейших технологий возможен за счет изменения существующей инфраструктуры предоставления услуг и передачи данных. В связи с этим, тематика диссертации, посвященная разработке математических моделей многопользовательских систем и разделению ресурсов беспроводных сетей передачи данных является, несомненно, актуальной.

Судя по автореферату диссертации, в работе были исследованы технологии, позволяющие оптимизировать телекоммуникационные ресурсы на различных логических уровнях сети. Обоснованы выбранные методы и подходы для решения актуальных задач в описанной проблематике. Разработана марковская модель, адекватно описывающая функционирование системы управления доступом к радиоспектру в нелицензируемом и лицензируемом диапазоне частот, для оценки эффективности схем разделения спектра. В заключительном разделе автор проводит анализ процесса миграции приложений с сервера сервис-провайдера на граничный сервер в мобильной сети оператора с использованием разработанной математической модели двухкомпонентного марковского процесса с пороговым управлением выгрузки.

Основные результаты исследования опубликованы автором в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, Scopus и WoS, и обсуждались на научных тематических конференциях. Результаты исследований могут использоваться операторами сетей беспроводной связи при проектировании и модернизации сетей беспроводной и проводной передачи данных.

В ходе ознакомления с авторефератом возникли следующие замечания :

- В описании 2 главы отсутствуют определения и обозначения переменных и функций, что затрудняет понимание приводимых рассуждений
- В третьей главе целесообразно было бы рассмотреть модель в виде ресурсной СМО, т.к. одним из ключевых параметров применения граничных серверов

является увеличение пропускной способности на основных сетевых ресурсах

- В некоторых формулах (напр., 7, 9) используется жирный шрифт, однако, вид формулы не предполагает наличия в ней векторов или матриц

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Исходя из автореферата, можно сделать вывод, что диссертация является научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Полуэктов Дмитрий Сергеевич – заслуживает присвоения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. – Теоретическая информатика, кибернетика.

«02» ноября 2023 г.

Зав. лабораторией № 69 ИПУ РАН
«Управление сетевыми системами»
(специальность 05.13.15),
д.т.н., проф.

В.М. Вишневский



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН»,
Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65
Телефон: +7 495 334-89-10
E-mail: dan@ipu.ru

ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Полуэктова Дмитрия Сергеевича
«Построение и анализ вероятностных моделей граничных многопользовательских
систем и разделения ресурсов беспроводных сетей»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

В настоящее время уровень развития телекоммуникационных технологий позволяет постоянно расширить число, предоставляемых пользователю услуг. Более того пользователь привыкает к определенному качеству предоставления услуг и ожидает от вновь появляющихся технологий все больших возможностей по реализации услуг с наилучшим качеством обслуживания и качеством восприятия. С появлением таких услуг, как беспилотный транспорт, услуги дополненной реальности, телеприсутствия и т.д. и их постоянными требованиями к уменьшению задержек, увеличению пропускной способности и надежности канала, необходимо модернизировать подходы к оптимизации и построению сетей связи. Проблема нехватки используемого радиочастотного диапазона в беспроводном канале и скорость обработки и передачи данных на транспортном уровне остро стоят также в текущих сетях 5-го поколения и при создании сетей 6-ого поколения. Таким образом исследуемые в диссертационной работе Полуэктова Д.С. задачи являются актуальными.

Для решения поставленных задач в диссертационной работе для оптимизации беспроводного канала была построена математическая модель использования дополнительно радиоресурсного канала на арендной основе, применяя подход LSA, для которой получен рекуррентный алгоритм нахождения основных характеристик, и предложен алгоритм применения «летающих» сетей на БПЛА, учитывающий важный показатель качества восприятия предоставляемых услуг пользователями. Также для наземной части сети построены математические модели миграции приложений на граничные серверы MEC, с возможностью оптимизации относительно пороговых значений, и узла программно-конфигурируемой сети, выделяя отдельный узел для учета времени «жизни» правил передачи потоков, которые позволяют оценить и улучшить новые функциональные характеристики этой части сети.

Разработанные модели и методы расчета показателей эффективности являются новыми и представляют практическую ценность для проектных организаций и операторов связи при планировании и модернизации сетевых ресурсов современных и будущих беспроводных сетей связи.

Автореферат в полной мере раскрывает актуальность темы исследования, цель исследования, научную новизну и практические ценности полученных результатов. Основные

положения, выносимые на защиту, соответствуют теме диссертационной работы и решают описанную проблему.

Результаты диссертации в полной мере отражены в публикациях автора и представлены на всероссийских и международных конференциях.

К автореферату имеются следующие замечания:

- В работе имеются опечатки, так, например, в разделах 2.2., 3.2. стоят точки в середине предложения после формулы, также имеются несогласования родов и падежей, а также стилистические замечания (напр., в разделе 3.3 есть фраза: «нагрузка в часы наивысшей нагрузки»).
- В разделе 2.2. сказано, что «построена марковская модель в виде СМО для анализа управления доступом к радиоресурсу», однако, вид системы в тексте автореферата не описан.

Отмеченные замечания не снижают высокой оценки выполненного исследования.

Считаю, что диссертация соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Полуэктов Дмитрий Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. – Теоретическая информатика.

«07» ноября 2023 г.

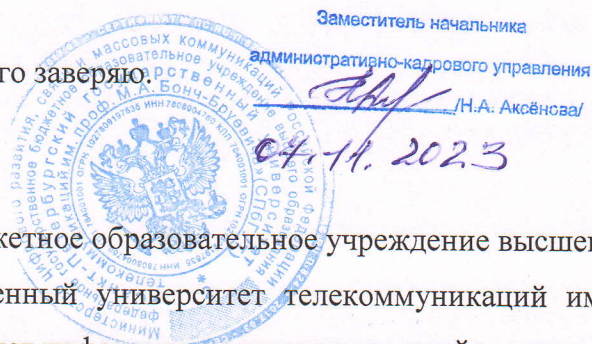
Зав. кафедрой сетей связи и передачи данных Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»,

д.т.н., профессор



Андрей Евгеньевич Кучерявый

Подпись профессора А.Е. Кучерявого заверяю.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ), факультет инфокоммуникационных сетей и систем, кафедра сетей связи и передачи данных,

Контакты: 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, 506/1.,

тел.: +7 (812) 305-12-65, доб. 1265, e-mail: akouch@mail.ru

ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Полуэктова Дмитрия Сергеевича
«Построение и анализ вероятностных моделей граничных многопользовательских
систем и разделения ресурсов беспроводных сетей»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

В диссертационной работе Полуэктов Д.С. исследуются механизмы работы сетей связи пятого и шестого поколения, а именно, ПКС, совместный доступ к радиоресурсам, граничные вычисления и миграция приложений. Для анализа этих механизмов автор применяет аппарат теории вероятностей, теории случайных процессов, теории массового обслуживания и математической теории телетрафика. Тема диссертации является актуальной, т.к. посвящена развитию новых технологий сетей связи, и может быть использована операторами сетей мобильной связи и сторонними организациями при планировании и построении топологии сети.

Новизна работы обусловлена рассмотрением влияния новых параметров в модели узла ПКС, для которых качественно показана их значимость, а также формализации оптимизационной задачи для модели миграции.

Важным достоинством работы является получение рекуррентного алгоритма расчета стационарных вероятностей для модели совместного доступа, а также расчет нестационарных характеристик для модели миграции приложений.

По результатам диссертации Полуэктова Д.С. опубликовано 10 работ, в том числе 1 из них опубликована в изданиях, входящих в список ВАК РФ, и 7 в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus. Основные положения диссертационной работы и отдельные ее результаты докладывались и обсуждались на различных отечественных и зарубежных научных конференциях. Кроме того, результаты диссертационного исследования были использованы в рамках различных проектов по грантам РФФИ и внедрены в учебный процесс РУДН в качестве выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров.

В ходе ознакомления с авторефератом возникли следующие замечания:

- Из текста раздела 2.2. непонятна разница между рассмотренными режимами работы системы и для которого из режимов получен приведенный алгоритм
- В разделе 2.3. говорится, что проведен сравнительный анализ двух режимов, однако из графиков не понятно, к какому режиму относятся кривые.
- В разделе 3.3. следовало бы выписать ограничения системой вместе с оптимизационной

задачей, каждую константу не стоит выписывать как отдельное ограничение оптимизационной задачи.

Указанные замечания никак не влияют на ценность работы и считаю, что работа Полуектова Д.С. удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. – Теоретическая информатика, кибернетика.

Кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), доцент, заместитель начальника управления цифровизации образования НИУ ВШЭ

Подпись зав. упр.
Николюва А.В.

УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА



Севастьянов А.Л.
«08» ноября 2023 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"

109028, Российская Федерация, г. Москва, Покровский бульвар, д. 11

тел. + 7 (495) 771-32-32

Email: hse@hse.ru

Отзыв

на автореферат диссертации **Полуэктова Дмитрия Сергеевича** на тему
«Построение и анализ вероятностных моделей граничных многопользовательских систем и разделения ресурсов беспроводных сетей»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. — Теоретическая информатика, кибернетика

Диссертационная работа Полуэктова Д.С. посвящена исследованию вероятностных моделей при использовании технологии совместного использования радиочастот радиоканала в беспроводных сетях. Решение поставленной задачи в беспроводных, самоорганизующихся сетях является достаточно сложной и **актуальной** темой исследования.

Научная новизна и практическая ценность выполненных диссертантом исследований заключается в следующем:

1. В модели схемы управления совместным доступом к радиочастотному спектру в виде трёхкомпонентного марковского процесса получен рекуррентный алгоритм для расчёта стационарного распределения вероятностей, а также вероятности смены ресурсов индивидуального и совместного диапазона частот.

2. Разработан метод расчёта временных характеристик в переходном режиме.

По оформлению автореферата имеются следующие **замечания**:

1. Рисунок 1 сделан с цветного оригинала и в чёрно-белом представлении кривые не различимы.

2. На рисунке 4 по оси абсцисс приведена нагрузка на систему без указания единицы измерения.

Автореферат и опубликованные работы позволяют сделать заключение, что диссертации является научно-квалификационной работой, в которой на высоком научном уровне решены поставленные задачи. Диссертационная

работа заслуживает положительной оценки, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Полуэктов Дмитрий Сергеевич **заслуживает** присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. – Теоретическая информатика, кибернетика.

Профессор кафедры «Сети связи и системы коммутации»

«Московского технического университета связи
и информатики», к.т.н., профессор

А.П. Пшеничников

Подпись Пшеничникова А. П. заверяю.

Учёный секретарь Учёного совета МТУСИ



Т.В. Зотова

15.11.2023

Пшеничников Анатолий Павлович, заслуженный работник связи Российской Федерации, кандидат технических наук, профессор кафедры «Сети связи и системы коммутации» ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ). Кандидатскую диссертацию защитил по специальности 05.12.13 – Системы сети и устройства телекоммуникаций.

Контактная информация: 111024, Москва, Авиамоторная ул., д. 8а, телефон:

+7 (916) 677-86-68, E-mail: pshenichnikov@mtuci.ru.