

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Дараселии Анастасии Валерьевны  
«Модели и анализ показателей эффективности механизмов выгрузки  
трафика в гетерогенных беспроводных сетях»  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

В современных беспроводных сетях связи наблюдается постоянное увеличение числа пользовательских устройств, а также стремительный рост создаваемого ими трафика данных. Остро стоит проблема нехватки ограниченного радиочастотного ресурса. Одно из решений данной проблемы предполагает использование нелицензированного спектра частот, что в свою очередь приводит к усложнению архитектуры сети и потребности в новых математических методах анализа для планирования и распределения ресурсов. Другой важной проблемой является рост требований к вычислительным способностям на стороне пользовательских мобильных устройств. Однако проведение сложных расчетов на пользовательских устройствах крайне негативно отражается на их энергоэффективности. Одним из решений данной проблемы является выгрузка ресурсоемких вычислений в распределенную вычислительную инфраструктуру через сеть оператора. С учетом этих обстоятельств диссертационная работа Дараселии А.В. является актуальной.

В работе диссертанта построена математическая модель выгрузки задач мобильных вычислений случайного объема в виде СМО и разработан метод расчета функции распределения времени отклика с учетом случайных задержек при выгрузке. Также построены параметрические многокритериальные модели обслуживания трафика в лицензированном диапазоне частот в виде ресурсных СМО. Для предложенных моделей был разработан метод, позволяющий получить распределение скорости передачи данных в нелицензированном диапазоне.

Разработанные модели и методы расчета показателей эффективности являются новыми и представляют практическую ценность для проектных организаций и операторов связи при планировании 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 неточности и опечатки, так, например, везде по тексту вместо тире используется дефис.
- Некоторые используемые сокращения не расшифровывается по тексту, например, NR.
- На рисунке 5 приведены 2 рисунка, однако отсутствует их внутренняя нумерация (напр., 5а, 5б). Также на графике 5б линии почти сливаются, стоило выбрать другой масштаб, чтобы график был более понятным.

Отмеченные замечания не снижают высокой оценки выполненного исследования.

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

«09» февраля 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.

Подпись  
ЗАВЕРЯЮ  
главный специалист отдела кадров

И.В. Рубинчик



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 Дараселии Анастасии Валерьевны «Модели и анализ показателей эффективности механизмов выгрузки трафика в гетерогенных беспроводных сетях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. «Теоретическая информатика, кибернетика».

В связи с активным ростом числа предлагаемых операторами связи услуг и, как следствие, потребляемым трафиком, создаваемым этими услугами, достаточно актуально стоит вопрос более эффективного задействования имеющихся в сети ресурсов. В диссертации затронуты проблема выгрузки трафика и проблема выгрузки мобильных вычислений для различных критериев выгрузки с учетом неоднородности задач. Для моделирования таких систем были построены ресурсная СМО ограниченной емкости со случайными требованиями к ресурсу и каскадная СМО с пороговыми значениями для объема вычислений и объема данных. Отличительными особенностями работы являются сравнительный анализ различных механизмов выгрузки для модели выгрузки трафика и нахождение в явном виде функции распределения времени отклика системы для модели выгрузки мобильных вычислений. В работе описаны методы анализа систем, получены формулы для вычисления их показателей эффективности.

Тема диссертационной работы является актуальной и соответствует паспорту специальности 1.2.3. – Теоретическая информатика, кибернетика в области физико-математических наук.

К автореферату имеются следующие замечания:

- В работе имеются опечатки, так, например, на стр.14 следствие 2: «вероятность потери ... и вероятность выгрузки... имеет вид» должно быть множественное число, на той же странице плохо пропечатан символ бесконечности. Также в работе используются дефисы вместо тире.
- На стр.9 не пронумерована формула нахождения ФР времени обслуживания.
- На стр.15 следовало бы отдельно выделить и пронумеровать формулу нахождения  $\pi_2$ , приведенную в тексте, а также формулы нахождения ее компонент.
- На стр.17  $W$  вводится как минимальное значение окна, однако, до этого, на стр.7,  $W_i(x)$  вводилась как функция распределения объем вычислений, стоило бы использовать различные буквы для не связанных друг с другом обозначений.

Сделанные замечания не влияют на положительную оценку работы в целом. Исходя из автореферата, можно сделать вывод, что диссертация является научно-квалификационной работой, соответствующей всем требованиям, предъявляемым к

кандидатским диссертациям, а ее автор – Дараселия Анастасия Валерьевна – заслуживает присвоения ей степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. – Теоретическая информатика, кибернетика.

Зав. кафедры программной инженерии,  
института прикладной математики и компьютерных наук,  
Национального исследовательского Томского  
государственного университета,  
д.ф.-м.н., профессор



А.Н. Моисеев

«06» февраля 2023 г.

Подпись доцента А.Н. Моисеева заверяю.

*Данилюк Елена Горьевна, заместитель директора  
института прикладной математики и компьютер-  
ных наук НИ ТГУ по учебной работе*

Моисеев Александр Николаевич, заведующий кафедры программной инженерии, профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики института прикладной математики и компьютерных наук ТГУ, доцент, доктор физико-математических наук.

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, ТГУ, корп. 2

Тел.: 8(3822)529599

mail: moiseev.tsu@gmail.com



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Дараселии Анастасии Валерьевны «Модели и анализ показателей эффективности механизмов выгрузки трафика в гетерогенных беспроводных сетях» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. «Теоретическая информатика, кибернетика».

В диссертационной работе Дараселия А.В. исследуются системы выгрузки задач мобильных вычислений и трафика пользователей в гетерогенных беспроводных сетях при помощи ресурсной СМО ограниченной емкости со случайными требованиями, предъявляемыми заявками к ресурсу частотно-временного спектра и каскадной СМО распределенной вычислительной системы для расчета показателей эффективности механизмов выгрузки задач мобильных вычислений и выгрузки трафика в гетерогенных беспроводных сетях пятого поколения. Тема диссертации является актуальной и может использоваться операторами сетей мобильной связи как для оценки эффективности существующих, так и при планировании развертывания новых сетей.

Новизна работы обусловлена неоднородностью задач по объему необходимых вычислений и объему данных и анализом разносторонних характеристик рассматриваемых систем в модели выгрузки мобильных вычислений. Модель выгрузки трафика позволяет вычислить распределение скорости передачи данных на нелицензированных частотах.

Важным достоинством работы является получение в явном виде функции распределения скорости передачи данных в нелицензированных частотах.

В работе были использованы методы теории массового обслуживания, теории вероятностей, теории случайных процессов и математической теории телетрафика.

По результатам диссертации Дараселии А.В. опубликовано 10 работ, в том числе 2 из них опубликованы в изданиях, входящих в список ведущих журналов, рекомендованных ВАК РФ, и 8 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:

- Описание Рисунка 1 в автореферате довольно сложное. Так, например, параметр  $N$  введен только в конце следующей страницы, хотя большинство остальных параметров вводятся в начале пояснения, параметр  $w^*$  не показан на рисунке, хотя упоминается в тексте.
- Ограничения на значения индекса  $i$  введены только 1 раз в тексте, хотя сам индекс

используется в нескольких формулах (напр., ф-ла (1)). Следовало бы указать его ограничения при каждом его математическом применении.

- Поскольку формулы (10) и (11) имеют схожие массивные множители, вероятно стоит ввести для них отдельное обозначение и рассмотреть их физический смысл.

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

Заведующий лабораторией открытых  
информационных технологий  
факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова  
д.т.н., профессор

В.А. Сухомлин

« 12 » февраля 2023 г.

Подпись профессора В.А. Сухомлина заверяю.

Владимир Александрович Сухомлин, заведующий лабораторией открытых информационных технологий, профессор кафедры информационной безопасности факультета вычислительной математики и кибернетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», профессор, доктор технических наук.

Адрес: 119234, г. Москва, ул. Ленинские Горы, д. 1, стр. 52, МГУ, факультет вычислительной математики и кибернетики  
Тел.: (495) 939-46-26  
E-mail: sukhomlin@mail.ru



Подпись удостоверяю  
Ведущий специалист по кадрам

Т.Г. Коваленко