

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Дараселии Анастасии Валерьевны
«Модели и анализ показателей эффективности механизмов выгрузки трафика
в гетерогенных беспроводных сетях», представленную к защите в
Постоянном Диссертационном Совете 0200.006
на базе Российского университета дружбы народов
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика»

Актуальность темы диссертационной работы

С ростом повышения требований к вычислительным способностям, абонентские устройства уже не способны обеспечить требуемые мощности без сильного повышения в потреблении заряда батареи. Эта проблема может быть решена выгрузкой сложных задач с абонентского устройства в сеть оператора для их обработки и последующего решения. Этот подход на сегодняшний день широко применяется многими операторами в таких решениях как облачные, туманные и граничные вычисления. Однако, применение таких подходов приводит к появлению дополнительного трафика в сети, который может стать причиной ее перегрузки. Одним из решений этой проблемы можно считать выгрузку пользовательского трафика в нелицензированный спектр.

Диссертационная работа Дараселии А.В. рассматривает обе эти взаимосвязанные проблемы. Решение возникающих задач основано на разработке методов оценки времени отклика и скорости передачи данных. Стоит заметить, что для сетей пятого поколения существуют очень жесткие требования к задержкам, особенно в сегменте ультранадежной связи с ультрамалыми задержками, а время отклика напрямую связано с задержками передачи. Скорость передачи данных в сети также является предметом многих исследований, особенно с ростом объема передаваемых по сети данных.

Для построения и анализа моделей автор использует аппарат математической теории телетрафика и систем массового обслуживания, что

позволяет всесторонне рассмотреть поведение системы при варьировании различных ее параметров.

Ввиду вышеизложенного, считаю, что тема диссертационной работы Дараселии Анастасии Валерьевны «Модели и анализ показателей эффективности механизмов выгрузки трафика в гетерогенных беспроводных сетях», является крайне актуальной и полностью соответствует специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

Характеристики содержания диссертационной работы

Диссертация Дараселии А.В. состоит из введения, трех глав, заключения, списка обозначений и библиографии.

Во **введении** обоснована актуальность диссертационного исследования, сформулированы цели и задачи исследования.

В **первой главе** проведен общий обзор источников, технологий и методов анализа, а также сформулированы основные понятия и базовые модели выгрузки мобильных вычислений и трафика.

Во **второй главе** выполнен анализ модели выгрузки мобильных вычислений в гибридную туманно-облачную систему с двухпараметрическим критерием выгрузки, осуществлен анализ функции распределения времени отклика, сформулированы оптимальные пороги критерия выгрузки. Стоит отметить, что функция распределения времени отклика системы приведена в явном виде.

В **третьей главе** рассмотрен анализ модели выгрузки трафика в нелицензированный диапазон с использованием ресурсных СМО. Предложены три различных механизма выгрузки трафика, проведен их сравнительный анализ с точки зрения основных показателей эффективности системы – вероятности снижения скорости устройства ниже требуемого порога и вероятности успешной передачи.

В **заключении** сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Имеющийся в работе аналитический обзор технологий беспроводных сетей связи и задач, возникающих в современных сетях, а также анализ степени разработанности темы свидетельствуют о достоверности информации о предмете исследования диссертационной работы. Достоверность результатов подтверждается выбранными методами исследования, которые заключаются в применении апробированного математического аппарата теории массового обслуживания.

Научная новизна для главы 1 заключается в том, что в построенной однопараметрической модели выгрузки мобильных вычислений учитывается неоднородность объема выгружаемых задач. В предложенной в главе 2 модели используется двухпараметрический критерий выгрузки – на основе неоднородных объема вычислений и объема данных с учетом случайных задержек при выгрузке. В главе 3 на основе предложенной модели ресурсной СМО для выгрузки трафика получены в явном виде распределения требований сброшенных заявок к ресурсу, а также распределение скорости передачи данных на нелицензированных частотах.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, вынесенные на защиту, в полной мере обоснованы в тексте диссертации приведенными доказательствами утверждений, оправданными предположениями, позволяющими построить и провести сравнительный анализ моделей исследованных систем связи и процессов выгрузки трафика.

Ценность для науки и практики результатов работы

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в создании прикладных математических моделей для анализа систем выгрузки вычислений и трафика. Особую ценность представляет то, что предложенная

модель и результаты ее исследования предоставляют необходимые возможности для качественного сравнения различных механизмов выгрузки, что подтверждается проведенным сравнительным анализом трех различных механизмов выгрузки трафика. Также в работе в явном виде получена функция распределения скорости передачи данных на нелицензионных частотах, что помимо теоретической важности имеет достаточно высокую **практическую ценность**. Также стоит отметить, что разработанные методы и аналитические результаты могут быть использованы операторами мобильной связи при проектировании новых и анализе существующих сетей, а также оценки эффективности различных проектных решений, включая различные механизмы выгрузки, на основе сравнения скорости передачи данных и задержек.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертационного исследования опубликовано 12 работ, в том числе: в 2 изданиях, рекомендованных ВАК РФ и списка ДАНК РУДН, в 8 изданиях, входящих в базы данных Scopus и WoS. Результаты исследований прошли необходимую апробацию и докладывались на 10 международных конференциях и семинарах. Исследования, проведенные в диссертации, выполнялись в рамках работ по инициативным проектам Российского фонда фундаментальных исследований, их результаты вошли в отчеты по научно-исследовательской работе, представленные в РФФИ.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат полностью соответствует и в достаточной мере отражает основные положения диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе

По работе имеются следующие замечания:

1. В главе 1 иллюстрация 1.14 содержит сокращения на английском языке, часть из которых не приведены в описании под рисунком. В списках основных сокращений диссертации они присутствуют и в тексте содержится достаточно информации об этом, но сами сокращения также стоило ввести в текст под рисунком в полном объеме.
2. В главе 3 формулы (3.13) и (3.14) стоило записать в виде одной системы, вместо двух отдельных формул.
3. В диссертации имеются опечатки и стилистические недоработки, следовало дополнительно провести вычитку документа. Так, например, достаточно часто используется дефис вместо тире, также присутствуют несогласования падежей.
4. Буква G используется в формулах (2.5)-(2.6) как функция распределения, в записи СМО для определения общего типа потока, а в третьей главе как функция рекуррентного вычислительного алгоритма. Возможно, следовало бы ввести дополнительные обозначения, чтобы избежать путаницы.

Указанные недостатки не снижают научную ценность полученных в диссертационной работе результатов.

Заключение

Диссертационная работа Дараселии А.В. на тему «Модели и анализ показателей эффективности механизмов выгрузки трафика в гетерогенных беспроводных сетях» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной задачи по управлению трафиком и ресурсами базовых станций в беспроводных сетях.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, согласно

п.2.2. раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН протокол № 12 от 23.09.2019г., а ее автор, Дараселия Анастасия Валерьевна, заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

« 30 » января 2023 г.

Официальный оппонент

Степанов Сергей Николаевич

доктор технических наук (05.25.01 – «Теоретические основы информатики»,
05.12.14 – «Сети, узлы связи и распределение информации», профессор



Степанов С.Н.

Ордена Трудового Красного Знамени ФГБОУ ВО

«Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)

заведующий кафедрой «Сети связи и системы коммутации»,

111024, г. Москва, Авиамоторная ул., 8а

тел: +7(495) 673-5292,

s.n.stepanov@mtuci.ru

Подпись Степанова С.Н. заверяю.

Проректор по научной работе МТУСИ

доктор технических наук, профессор



Леохин Юрий Львович

« 30 » января 2023 г.