

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Макеевой Елены Дмитриевны
«Анализ приоритетной системы обслуживания трафика с зависимым
занятием радиоресурсов», представленную к защите в ПДС 0200.006 на базе
Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика»

Актуальность темы диссертационной работы

Рост развития беспроводных сетей способствует возникновению большого числа услуг, в следствии чего все острее стоит задача организации совместного предоставления доступа и обеспечения соответствующего качества сервиса. Для организации эффективной работы сети актуален вопрос внедрения механизмов динамического распределения ресурсов. Одним из подходов является обеспечение приоритетного доступа к выбранной услуге.

Диссертация посвящена исследованию приоритетной передачи узкополосного трафика с применением различных схем доступа для широкополосного трафика. В частности, схемы с прерыванием и последующим восстановлением, с прерыванием без восстановления и со снижением скорости передачи. Первая схема доступа представляет из себя систему массового обслуживания с повторными вызовами постоянной интенсивности, включающую две орбиты. Актуальность изучения подобных моделей связана с потребностью в оптимизации функционирования различных технических и организационных систем, повышении качества обслуживания, увеличении эффективности использования ресурсов и создании надёжных и устойчивых решений.

Ввиду вышеизложенного, можно заключить, что тема диссертационной работы Макеевой Елены Дмитриевны «Анализ приоритетной системы обслуживания трафика с зависимым занятием радиоресурсов» является актуальной и соответствует специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных обозначений и списка использованной литературы.

Первая глава посвящена техническим характеристикам беспроводных сетей пятого поколения и обзору литературы по основным методам совместной передачи широкополосного трафика. В данной главе также описана схема доступа с прерыванием и последующим возобновлением передачи широкополосного трафика, представляющая из себя двухорбитную систему с повторными вызовами. Заметим, что одна орбита организована для прерванных сессий, другая – для сессий с задержанной передачей. Сессии на орбитах формируют очередь по принципу FIFO. В систему поступают два Пуассоновских потока, время обслуживания и время ожидания повторных вызовов подчиняются экспоненциальному распределению. Помимо политики приоритетов для входных потоков, система предусматривает приоритет орбиты для прерванных сессий широкополосного трафика. Для данной модели в блочной форме представлена матрица интенсивностей, на основе которой в матричном виде получены стационарные вероятности. Численно решена задача подбора значений интенсивностей повторных вызовов, обеспечивающих достижения заданного качества обслуживания. В финале главы (раздел 1.6) сформулирована постановка задачи исследования, описаны разработанные схемы доступа и представлены модель требования к ресурсам.

Во второй главе рассмотрена схема доступа с прерыванием обслуживания без последующего возобновления. Данная схема представлена в виде ресурсной системы массового обслуживания с двумя входными Пуассоновскими потоками и экспоненциальным распределением времени обслуживания. Предполагается, что в случае недостатка ресурсов при поступлении нового запроса узкополосного трафика, текущая сессия широкополосного трафика прерывается, а освободившиеся ресурсы

перенаправляются на новую. Для данной системы предложены матричные алгоритмы расчёта стационарных вероятностей и уменьшения размерности системы уравнений равновесия. Разработана модель, учитывающая два типа ресурсов: мощность сигнала и длительность кадра. Построена модель затухания мощности и в явном виде получена функция распределения мощности в случае условий прямой и непрямой видимости.

Третья глава посвящена схеме доступа с адаптивной скоростью передачи широкополосного трафика, представленной в виде ресурсной системы массового обслуживания, описываемой с Пуассоновским входным потоком и экспоненциальным обслуживанием. В такой схеме в случае поступления нового запроса узкополосного трафика при дефиците ресурсов, скорость передачи широкополосного трафика снижается до необходимой для обслуживания узкополосного трафика величины. После завершения обслуживания узкополосной сессии скорость восстанавливается. Для данной модели выполнен численный анализ параметров эффективности в рамках сценариях использования макросоты и микросоты в городской среде. Численно решена задача максимизации средней скорости передачи широкополосного трафика.

В заключении изложены ключевые результаты проведённого исследования.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Научная новизна диссертации заключается в разработке схем совместной передачи широкополосного и приоритетного узкополосного трафика. Схема с прерыванием и последующим возобновлением представлена в виде двух орбитной системы с повторными вызовами постоянной интенсивности, в которой задан приоритет одной из орбит. Разработаны две схемы в формате ресурсных систем массового обслуживания, где модель затухания мощности сигнала описывается кусочно-заданной функцией для случая прямой видимости и максимальной

из нескольких функций для не прямой видимости. В ресурсных системах рассматриваются разные подходы к разделению кадра между сессиями: равномерное деление и деление с учётом весовых коэффициентов.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается проведенными численными экспериментами.

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

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, подтверждается комплексным подходом к исследованию, использованием современных аналитических методов и результатами численных экспериментов. Это позволяет утверждать, что выводы и рекомендации, представленные в диссертации, обладают высокой степенью обоснованности и могут служить основой для дальнейших разработок и практического применения.

Ценность для науки и практики результатов работы

Диссертация предлагает новые подходы к управлению ресурсами и обеспечению качества обслуживания, чем вносит вклад в развитие теории систем массового обслуживания и теорию беспроводных сетей. Разработанные модели и схемы доступа обогащают существующие научные знания.

Работа предлагает решения для проблем, связанных с совместным обслуживанием узкополосного и широкополосного трафика, что актуально в условиях растущего спроса на высокоскоростные и надежные коммуникации.

Таким образом, результаты работы представляют собой ценный вклад как в научную базу знаний о беспроводных сетях, так и в практическую сферу их реализации и эксплуатации.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По теме диссертационного исследования было опубликовано 11 научных работ, включая одну статью в журнале, входящем в ТОП-10, 3 статьи в изданиях, индексируемых международными базами данных Web of Science/Scopus, и одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Результаты исследования были представлены на всероссийских и международных конференциях и семинарах, а также включены в отчеты по грантам Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и научного проекта Российского университета дружбы народов (РУДН).

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации. Ключевые аспекты, рассматриваемые в диссертации, подробно освещены в автореферате, что позволяет читателю получить полное представление о проведенных исследованиях и их значимости.

Замечания по диссертационной работе

Диссертационная работа в целом выполнена на надежнейшем уровне, но есть несколько замечаний, которые следует учесть.

1. В первой главе диссертации представлена система обслуживания с повторными вызовами, включающая две орбиты, однако не уточнено, что такая модель относится к типу с постоянной интенсивностью повторных вызовов (constant retrial rate). В отличии от классического типа (classical retrial policy), где суммарная интенсивность растет пропорционально длине орбитальной очереди, в рассматриваемой модели интенсивность потока с орбиты остается фиксированной. Данное свойство позволяет построить диаграмму интенсивностей, как на Рис. 1.5. В работе также не приведено четкое обоснование выбора в

качестве модели системы с орбитами вместо более привычной системы очередей.

2. Соискателем предложено два алгоритма для расчета стационарного распределения вероятностей. Поскольку оба алгоритма основаны на линейных преобразованиях системы уравнений равновесия, различия и возможные преимущества одного алгоритма над другим не очевидны.
3. В комментариях к результатам численного анализа фигурирует термин «вероятность» (например, Рис. 1.5, Рис. 1.6), хотя фактически речь идет об оценках соответствующих вероятностей.
4. В тексте диссертации присутствуют ряд опечаток. В частности, с. 44 отсутствует абзац, с. 57 точка шрифтом красного цвета, конец с. 84 перенос запятой. Некоторые рисунки довольно нечеткие, что ухудшает читабельность.

Указанные замечания не снижают уровня научной новизны, теоретической и практической значимости, а также общую положительную оценку выполненной работы.

Заключение

Диссертационная работа Макеевой Елены Дмитриевны на тему «Анализ приоритетной системы обслуживания трафика с зависимым занятием радиоресурсов» представляет из себя завершённое исследование, содержащее новое решение научной задачи разработки схем для приоритетной передачи разнотипного трафика в беспроводных сетях. Данный результат вносит вклад в область исследования систем массового обслуживания и беспроводных сетей. Работа отличается новизной подходов, что подчеркивает её важность для дальнейшего развития теоретической базы и практических приложений в сфере телекоммуникаций.

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 имени Патриса Лумумбы», утвержденного ученым советом РУДН 22.01.2024 г., протокол № УС-1, а её автор, Макеева Елена Дмитриевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Официальный оппонент, Некрасова Руслана Сергеевна, кандидат физико-математических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), старший научный сотрудник лаборатории стохастического моделирования информационно-вычислительных и телекоммуникационных систем Института прикладных математических исследований – обособленного подразделения ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук»

«19» февраля 2025 г.

Ruslan Nekrasova
Некрасова Руслана Сергеевна
тел. +7 911 404-82-78; e-mail: ruslana.nekrasova@mail.ru:

Подпись Некрасовой Р. С. удостоверяю

ученый секретарь ИММИ Редна РАН

«19» февраля 2025 г.

М. О.В. Лукашенко



Институт прикладных математических исследований – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»

Адрес: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

Тел.: +7 (8142) 78-11-08

E-mail: math@krc.karelia.ru

Страница в интернете: <http://mathem.krc.karelia.ru/>