

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Маслова Александра Руслановича
«Метод анализа ресурсной модели с сигналами и его применение к расчету
показателей эффективности высокочастотной мобильной сети»,
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

Стремительное развитие технологий сотовой связи, использующих миллиметровые и терагерцовые диапазоны частот, порождает необходимость разработки методик для анализа показателей эффективности их функционирования. Это необходимо для дальнейшей оптимизации процессов развёртывания и эксплуатации подобных систем. Использование математических моделей остается актуальным средством для решения таких задач. Ресурсные модели с сигналами и повторными вызовами, подходят для анализа современных беспроводных сетей связи, поскольку последние характеризуются множеством различных сценариев. Среди них, например, периодическая блокировка путей распространения сигнала, а также настойчивое поведение пользователей, которые после прерывания своей сессии неоднократно пытаются её восстановить. Каждый такой сценарий предполагает наличие определённой особенности у рассматриваемой модели. В частности, наличие потока сигналов даёт возможность моделировать блокировку прямой видимости, а добавление орбиты позволяет некоторым получившим отказ заявкам переждать на ней некоторое время и затем вновь пытаться встать на обслуживание. Учитывая вышеизложенное, считаю, что тема диссертационной работы Маслова Александра Руслановича является актуальной и соответствует специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Маслова А.Р. включает в себя введение, три главы, заключение, список основных обозначений и список литературы из 77 наименований.

Во введении описана актуальность выбранной темы, перечислены задачи и сформулирована цель исследований, обоснована научная новизна полученных результатов.

В первой главе приведены особенности возникновения неоднородности требований к ресурсам в сетях сотовой связи пятого поколения. Представлена ресурсная модель с сигналами и описаны существующие методы для её анализа. Приведён алгоритм численного расчёта стационарных вероятностей ресурсной модели с повторными вызовами.

Во второй главе представлен метод приближённого анализа ресурсной модели с сигналами. Для этого аналитически было получено стационарное распределение цепи Маркова, вложенной по моментам ухода заявок. Предложен итерационный алгоритм расчёта вероятностных характеристик данной модели.

В третьей главе разработана и проанализирована модель высокочастотной беспроводной сети с повторными вызовами в виде ресурсной системы массового обслуживания с сигналами и орбитой. В данной модели ресурс всё ещё является случайной величиной, а у каждой заявки на обслуживании имеется входящий поток сигналов. Однако в отличие от модели из второй главы, в системе имеется орбита, на которую могут попадать как прерванные, так и заблокированные заявки. Проведён численный анализ показателей эффективности модели и представлена их зависимость от настойчивого поведения пользователей.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Достоверность основных положений, выводов и рекомендаций подтверждается строгим использованием математического аппарата, включающего методы теории вероятностей, марковских случайных процессов, теории массового обслуживания, а также экспериментами и численным анализом.

В диссертационном исследовании разработан метод приближенного анализа вероятностных характеристик ресурсных систем массового обслуживания с сигналами, а также разработана и проанализирована модель высокочастотной мобильной сети с повторными вызовами в виде ресурсной системы массового обслуживания с сигналами и орбитой. В отличие от сценария, при котором заявка может уйти на орбиту только при блокировке доступа на обслуживание, рассматриваемая модель учитывает сразу два возможных случая: заявка может уйти на орбиту не только при блокировке доступа на обслуживание, но и при прерывании уже действующей сессии.

Таким образом, результаты диссертации обладают высокой степенью достоверности и содержат значительную научную новизну, что подтверждает их вклад в развитие теории массового обслуживания и полезность для задач планирования и эксплуатации беспроводных сетей пятого и последующих поколений.

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

Достоверность полученных в диссертации результатов следует из использования строгих математических методов теории массового обслуживания, теории вероятностей, теории случайных процессов и математической теории телетрафика, а также проведенных численных экспериментов.

Представленные в диссертационной работе результаты достаточно полно апробированы на всероссийских и международных конференциях, что

также свидетельствует о достоверности и обоснованности изложенных в диссертации результатов.

Ценность для науки и практики результатов работы

Значимость теоретических результатов работы заключается в создании математического аппарата для анализа показателей эффективности высокочастотных сетей сотовой связи. Ряд полученных результатов может быть использован в учебном процессе при чтении курсов теоретического и прикладного характера, в том числе по теории массового обслуживания и по математической теории телетрафика.

Предложенный в работе метод приближенного анализа ресурсной модели с сигналами имеет значительную ценность как для научного сообщества, так и для практики эксплуатации современных беспроводных сетей. Предложенные модели и алгоритмы позволят сократить вычислительные затраты на расчёт вероятностных характеристик сетей, что упростит их развёртывание и позитивно скажется на качестве обслуживания пользователей.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертационной работы отражены в 4 научных трудах в журналах, входящих в международные базы цитирования Web of Science/Scopus, и в 2 свидетельствах о регистрации программы для ЭВМ. Результаты также докладывались на всероссийских и международных конференциях и семинарах, а также отражены в отчетах по совместным исследовательским мероприятиям в рамках сотрудничества РУДН, по грантам РНФ и по системе грантовой поддержки научных проектов РУДН.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат логически выстроен, хорошо структурирован, правильно и в достаточной мере отражает содержание диссертационной работы. Как

часть выполненной научной работы автореферат отражает компетентность автора в области проводимых исследований и хорошее владение используемыми математическими методами.

Замечания по диссертационной работе

Диссертация выполнена качественно с точки зрения оформления и логичной структуры. Тем не менее, содержание работы вызывает следующие замечания:

1. В главе 3 недостаточно чётко описан переход от описания исследуемого сценария функционирования сети к математической модели.
2. Сравнение точности метода приближённого расчёта в разделе 2.3 было проведено только для геометрического и эмпирически полученного распределений требований к ресурсу. Хотелось бы видеть другие распределения. Например, биномиальное или пуассоновское.
3. В диссертационной работе присутствует ряд опечаток и стилистических неточностей.

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

Заключение

Диссертационное исследование Маслова Александра Руслановича на тему «Метод анализа ресурсной модели с сигналами и его применение к расчету показателей эффективности высокочастотной мобильной сети» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи по вычислению вероятностных характеристик высокочастотных сетей сотовой связи с повторными вызовами. Эти результаты имеют существенное значение для проектирования и оптимизации систем управления сетями, способствуя повышению их устойчивости и эффективности.

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, Маслов Александр Русланович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Официальный оппонент, Степанов Михаил Сергеевич, кандидат технических наук по специальности 05.12.13 – системы, сети и устройства телекоммуникаций, доцент, доцент кафедры «Сети связи и системы коммутации», Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики»

«5» сентября 2025 г.

Степанов Михаил Сергеевич

тел. +7 919 765-61-92; email: m.s.stepanov@mtuci.ru

Подпись Степанова М. С. удостоверяю

Проректор по науке МТУСИ

д.т.н., профессор

« » _____ 2025 г.

Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики»

Адрес: 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 8а

Тел.: +7 (495) 957-79-17

E-mail: mtuci@mtuci.ru

Страница в интернете: <https://mtuci.ru/>