

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Власкиной Анастасии Сергеевны
«Модели с эластичным трафиком и сигналами для анализа и расчёта
показателей эффективности нарезки сетевых ресурсов»,
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

Развитие сетей связи направлено на повышение пропускной способности, сокращение задержки доставки данных и повышение количества обслуживаемых устройств. Эти задачи решаются на очередных шагах эволюции сетей связи при переходе к сетям пятого и шестого поколений (5G, 6G). Эти шаги связаны с решением комплекса задач на всех уровнях построения сетей связи, обеспечивающих повышение основных показателей функционирования. К таким задачам следует отнести как совершенствование аппаратно-технической базы, так и методов и алгоритмов, применяемых при решении задач предоставлением услуг. В сетях 5G существенно расширяются возможности в части обеспечения качества обслуживания трафика, что позволяет реализовать новые услуги с повышенными требованиями к пропускной способности и времени доставки данных. Для достижения этих возможностей требуется решение задач распределения ресурсов. Адекватное распределение ресурсов в условиях различных требований к качеству обслуживания со стороны услуг позволяет повысить эффективность их использования и обеспечить требования к качеству.

Решением этих задач является технология нарезки сети (англ. network slicing), которая является базовой технологией в беспроводных сетях, позволяющей поддерживать эффективное управление за счет логического разделения ресурсов в общей физической сетевой инфраструктуре. В зависимости от числа пользователей и типа услуги, поставщик услуг может динамически изменять количество выделенных частотных каналов или пропускную способность, чтобы обеспечить наилучшее качество обслуживания.

Предлагаемые в диссертационной работе Власкиной А.С. принципы оценки эффективности нарезки ресурсов позволяют осуществить выбор частоты перераспределения ресурса с точки зрения обеспечения гарантий соглашений об качестве обслуживания, максимального использования

ресурсов и вероятности инициализации перераспределения ресурса по сигналу контроллера.

С учетом изложенного выше, считаю, что тема диссертационной работы Власкиной Анастасии Сергеевны «Модели с эластичным трафиком и сигналами для анализа и расчёта показателей эффективности нарезки сетевых ресурсов» является крайне актуальной и полностью соответствует специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Власкиной А.С. состоит из трех глав, каждая из которых посвящена определенным аспектам динамической нарезки ресурсов в беспроводных сетях 5G/6G.

Введение диссертационной работы содержит обоснование актуальности темы исследования, формулировку цели и задач, а также краткий обзор методов и подходов, используемых в работе.

Первая глава включает в себя обзор литературы, в которой рассматриваются основные принципы нарезки ресурсов в беспроводных сетях, проводится анализ существующих проблем и ограничений. Кроме того, построена базовая модель перераспределения ресурса между двумя сегментами сети в терминах системы массового обслуживания.

Во второй главе разработан алгоритм, позволяющий определять новое распределение ресурса между двумя виртуальными операторами при поступлении сообщения контроллера по фиксированной стратегии максимального занятия имеющихся ресурсов. Проверка необходимости перераспределения ресурсов через интервалы времени увеличивает пропускную способность и позволяет избежать перегрузки системы. Результаты численного анализа демонстрируют выбор частоты поступления сообщений относительно занятости ресурса, соответствия распределения ресурса соглашению о качестве обслуживания и вероятности перераспределения ресурса по сообщению.

В третьей главе разработана модель нарезки ресурсов между двумя виртуальными операторами по сообщению контроллера, но уже с управляемым выбором пропускной способности сегмента. Разработанный алгоритм позволяет определить новый объем ресурса в зависимости от соотношений между объемом занятого ресурса и числом ожидающих начала обслуживания запросов пользователей, который является оптимальным с точки зрения трех предложенных показателей эффективности. Для выбора

частоты поступления сообщений контроллера в системе с произвольным числом сегментов проведено имитационное моделирование.

Заключение диссертационной работы содержит основные результаты и выводы, полученные в ходе исследования.

Достоверность и новизна результатов диссертации

Для обеспечения достоверности результатов диссертации автором был проведен анализ литературных источников, в том числе спецификаций, связанных с технологией нарезки ресурсов в беспроводных сетях 5G и 6G.

Достоверность полученных результатов подтверждается согласием результатов, полученных методами аналитического и имитационного моделирования, использованием адекватных математических методов и зарекомендовавших себя средств имитационного моделирования.

Также достоверность и новизна результатов подтверждается их апробацией на всероссийских и международных конференциях.

Научная новизна исследования состоит в следующем.

1. Автором разработана новая модель динамической нарезки радиоресурсов в виде системы массового обслуживания с эластичным трафиком, работающая по инициативе контроллера, что повышает ее адекватность по отношению к реальным системам, по сравнению с другими известными моделями.

2. Разработанная автором модель управляемой системы массового обслуживания, описывает выбор количества ресурсов для динамической нарезки, в отличие от известных моделей с фиксированной стратегией или с использованием методов машинного обучения.

3. При решении задачи выбора частоты и объема перераспределения ресурса автор учитывает занятость ресурса, соответствие распределения ресурса соглашению о качестве обслуживания, вероятность перераспределения ресурса по инициативе контроллера.

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

Научные положения, содержащиеся в диссертации, достоверны и логично аргументированы. Результаты численных экспериментов были подтверждены анализом данных, их сопоставлением с результатами аналитических моделей и результатами, полученными в близких по тематике исследованиях.

Выводы, полученные в диссертации, являются обоснованными и достаточно полно отражают полученные результаты.

Полученные в работе выводы и рекомендации могут быть использованы в научных исследованиях, а также в задачах оптимизации при разработке протоколов, использующих нарезку ресурсов.

Ценность для науки и практики результатов работы

Ценность полученных результатов для науки состоит в том, что автором расширена модельно-методическая база для сетей 5G и последующих поколений за счет разработки новых моделей и методов, обеспечивающих повышение эффективности использования ресурсов сети и качества обслуживания.

Ценность полученных результатов для практики состоит в возможности их применения при проектировании и оптимизации сетей связи, в телекоммуникационных компаниях, для провайдеров интернет-услуг. Полученные результаты диссертации могут быть использованы для разработки новых алгоритмов управления трафиком в сетях связи, анализа производительности и надежности сетей.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

Математические модели, основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы и апробированы на международном и всероссийском уровне. Всего автором опубликовано 10 научных работ, в том числе 5 статей в изданиях Scopus/WoS, 1 статья в издании, рекомендованном перечнем ВАК РФ, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат диссертации достаточно подробен, приведенный в нем материал логичен и достаточно полно отражает содержание работы. Приведенные в автореферате выводы отражают все основные результаты работы, которые включают в себя результаты численных экспериментов и анализа данных, касающихся эффективности нарезки ресурсов. Оформление автореферата соответствует требованиям.

Замечания по диссертационной работе

В процессе изучения диссертационной работы возник ряд вопросов, требующих уточнения.

1. В рассматриваемой модели на странице 19 автор делает допущение о пуассоновском входящем потоке. Такое допущение вполне возможно, но автору следовало описать условия, в которых входящий поток достаточно точно можно описать такой моделью. Без этого данное допущение выглядит голословным и необоснованным.

2. В главах 2 и 3 автор рассматривает модель нарезки сети, где контроллер периодически отправляет сообщения для проверки необходимости перераспределения ресурса. При этом, в системе не учитывается время задержки на принятие решения о перераспределении ресурса и выбор нового объема.

3. Ключевой особенностью нарезки сети является изоляция сегментов, что упоминается в главе 1. Однако, в работе не было достаточно ясно описано, каким образом она обеспечивается в исследуемых моделях.

4. При определении показателей эффективности нарезки ресурсов автором используется термин «успешный сигнал контроллера» для определения сигнала, который привел к перераспределению ресурсов. Однако, при инициации доступа к ресурсам в беспроводных сетях сигнальное сообщение является успешным, если оно получено конечным устройством. В этом случае следовало бы использовать другой термин.

Тем не менее, указанные замечания не снижают научно-практическую ценность диссертации и не влияют на основные положения.

Заключение

Диссертационное исследование Власкиной Анастасии Сергеевны на тему «Модели с эластичным трафиком и сигналами для анализа и расчёта показателей эффективности нарезки сетевых ресурсов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи анализа перераспределения ресурсов в беспроводных сетях, имеющей важное значение при проектировании и оптимизации систем управления ресурсами.

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 протокол № 12 от 23.09.2019г., а её автор, Власкина Анастасия Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Официальный оппонент

20 октября 2023 г.

Парамонов Александр Иванович
доктор технических наук (05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций), доцент, профессор кафедры сетей связи и передачи данных

20.10.2023

/ А.И. Парамонов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ) 193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, д. 22, корп. 1 тел.: +7 (812) 305-12-65, доб. 12-65 paramonov@sut.ru



Подпись (-и) _____

Парамонов А.И. заверяю

заместитель начальника

административно-кадрового управления

Аксёнова /Н.А. Аксёнова/ 20.10.2023