



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

ул. Профессора Попова, д.5 литера Ф, Санкт-Петербург, 197022

Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58; e-mail: info@etu.ru; <https://etu.ru>

ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381; ИНН/КПП 7813045402/781301001

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной и инновационной
деятельности СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

А.А. Нестеров



ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук,
доцента Маркелова Олега Александровича на
диссертационную работу Дмитриевой Юлии Сергеевны
«Разработка модели и методики распределения трафика в
мультиконтроллерных сетях SDN с учётом
мультипараметрических требований качества обслуживания»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.2.15 — Системы, сети и
устройства телекоммуникаций

Актуальность темы диссертации

Стремительное развитие современных телекоммуникационных систем и появление новых требовательных к качеству обслуживания сервисов определяют актуальность исследования. Экспоненциальный рост объёмов передаваемой информации, появление приложений реального времени (видеосвязь, онлайн-игры, промышленный IoT) создают необходимость в совершенствовании методов управления сетевым трафиком в сети SDN.

Программно-конфигурируемые сети SDN стали фундаментальной основой для построения современных телекоммуникационных инфраструктур. Однако существующие методы управления трафиком в сетях SDN не обеспечивают комплексного учёта всех параметров QoS, что приводит к неэффективному использованию сетевых ресурсов и снижению качества предоставляемых услуг.

Особую актуальность приобретает разработка новых подходов к управлению трафиком в мультиконтроллерных сетях SDN, способных обеспечить гарантированное качество обслуживания для различных классов трафика. Многопараметрическая оценка качества сервиса и разработка эффективных механизмов балансировки нагрузки становятся критически важными задачами для развития современных телекоммуникационных систем.

Учитывая вышеизложенное, можно утверждать, что тема диссертационной работы, а именно исследования возможности балансировки трафика в сети SDN на базе комбинированного параметра QoS, является актуальной научной проблемой.

Характеристика содержания диссертационной работы

Диссертационная работа представлена в виде рукописи и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и одного приложения. Диссертация представлена на 125 страницах, содержит 27 рисунков, 17 таблиц и список из 89 литературных источников. Все основные результаты получены автором самостоятельно.

Научная новизна результатов диссертационной работы

Полученные результаты обладают научной новизной, требуемой для диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук. Научная новизна заключается в следующем:

Предложен метод комплексной оценки параметров QoS в сетях SDN, основанный на сведении разнородных параметров контроллеров и коммутаторов к единому интегральному показателю с использованием нормализующих весовых коэффициентов, что позволяет корректно сравнивать метрики разной размерности.

Разработана модель балансировки нагрузки в мультиконтроллерной архитектуре сети SDN, которая за счёт нормализации и комбинированной оценки параметров QoS обеспечивает улучшение показателей качества: на 22,4 % на уровне контроллеров и на 47,9 % на уровне коммутаторов по сравнению с традиционной нагрузочной балансировкой.

Предложена методика динамической балансировки трафика с интеграцией комбинированного параметра QoS, обеспечивающая улучшение комбинированного показателя качества на 46,0 % (подтверждено имитационным моделированием и программной реализацией).

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность основных результатов диссертационной работы подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами имитационного моделирования, обсуждением результатов диссертационной работы на конференциях различного уровня, а также публикацией основных результатов в ведущих российских изданиях.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 10-ой международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» (Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2021), 11-ой международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» (Санкт-Петербург, 15–16 февраля 2022), 12-ой международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» (Санкт-Петербург, 28 февраля–01 марта 2023), 13-ой международной научно-технической и научно-методической конференции «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании» (Санкт-Петербург, 27–28 февраля 2024), на семинарах кафедры инфокоммуникационных систем СПбГУТ.

Всего по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них 8 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК Министерства высшего образования и науки Российской Федерации. Получены 1 патент на промышленный образец и 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором в диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научного фундамента в области QoS в сетях SDN: предложены новые подходы к нормализации разнородных параметров QoS, модели комбинированной оценки качества, что расширяет теорию телетрафика и распределения сетевых ресурсов.

Практическая значимость исследования обусловлена необходимостью создания методов, позволяющих операторам связи эффективно управлять сетевыми ресурсами, гарантировать выполнение соглашений об уровне обслуживания и обеспечивать высокое качество современных телекоммуникационных сервисов в условиях постоянно растущей нагрузки на сети связи.

Значимость результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждается повышением эффективности систем эксплуатационного управления в ООО «НТЦ АРГУС», разработкой методики планирования корпоративных сетей передачи данных в ООО «Протей ТЛ», а также в СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича при проведении практических занятий и лабораторных работ по курсам «Технологические принципы организации инфокоммуникационных услуг», «Исследовательские аспекты в программно-конфигурируемых сетях».

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертация Дмитриевой Ю.С. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы.

Во введении приводится обоснование актуальности проведенных исследований, сформулированы цели и задачи, формулируются решаемая научная

задача и подходы, применяемые для ее решения. Описаны положения, выносимые на защиту, а также апробация результатов, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе проведён анализ архитектур сетей SDN, методов балансировки нагрузки, стандартов QoS (ITU-T Y.1541, 3GPP TS 23.501) и SLA российских операторов связи. Выявлены недостатки существующих подходов, обоснован выбор алгоритма EWRR.

Во второй главе разработан метод комплексной оценки параметров QoS, включающий нормализацию и весовые коэффициенты для контроллеров (задержка обработки, потери пакетов) и коммутаторов (потери пакетов, круговая задержка, вариация сетевой задержки).

В третьей главе представлена математическая модель балансировки нагрузки в мультиконтроллерной SDN. Приведены аналитические расчёты для 100 000 запросов, показавшие улучшение комбинированного параметра QoS на 22,4 % (контроллеры) и 47,9 % (коммутаторы).

В четвёртой главе описана методика многокритериальной балансировки трафика, её программная реализация и экспериментальная апробация. Экспериментально подтверждено улучшение комбинированного показателя QoS на 46,0 %.

В целом диссертация Ю.С. Дмитриевой является законченным научным исследованием, в ходе которого решены актуальные научные задачи. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Материал изложен логично и последовательно, целостен. Выводы обоснованы, четко отражают полученные результаты исследований. Автореферат отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации, содержит краткое изложение материала диссертационной работы по главам и полностью соответствует содержанию самой диссертационной работы.

Замечания по тексту диссертационной работы

1. Повторение определений в разных разделах. Параметры QoS (круговая сетевая задержка, потери пакетов, вариация сетевой задержки) подробно описываются в главе 1 (раздел 1.2.2), затем заново — в главе 2 (раздел 2.4). Это создаёт избыточность и увеличивает объём текста без добавления новой информации. Можно оставить подробное описание в одной главе, а в других — делать краткие ссылки.
2. При описании математической модели балансировки на уровне коммутаторов (глава 3) вводятся нормализующие коэффициенты D_{hf} , однако механизм их адаптации к динамически меняющимся сетевым условиям (например, при смене класса трафика) описан недостаточно подробно.
3. В тексте встречаются стилистические погрешности и единичные опечатки (например, «эффективное распределение» в одном из выводов к главе 4, несогласование в подписях к рисункам 4.5 и 4.7). Однако они не влияют на общее понимание материала.
4. Рекомендуется оценить субъективное восприятие пользователем качества цифрового сервиса в зависимости от весовых коэффициентов параметров QoS.
5. Целесообразно провести дополнительный эксперимент на реальном оборудовании с реальным трафиком.

Заключение

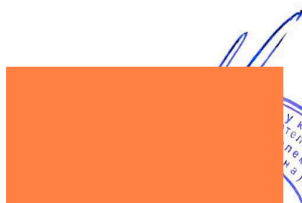
Приведенные замечания не снижают научную ценность результатов диссертации и не влияют на ее положительную оценку. Диссертационная работа Дмитриевой Юлии Сергеевны «Разработка модели и методики распределения трафика в мультиконтроллерных сетях SDN с учётом мультипараметрических требований качества обслуживания» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача — повышение эффективности балансировки трафика за счет разработки модели и методики распределения трафика в мультиконтроллерных сетях SDN на базе нормализации

разнородных параметров QoS и их комбинированной оценки. Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

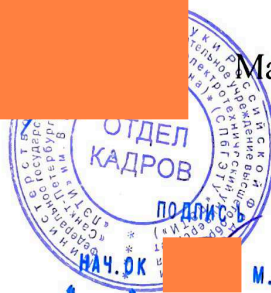
Диссертационная работа Дмитриевой Юлии Сергеевны на тему «Разработка модели и методики распределения трафика в мультиконтроллерных сетях SDN с учётом мультипараметрических требований качества обслуживания» соответствует пунктам 2, 5, 10 паспорта специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в редакции от 18.03.2023, а ее автор Дмитриева Юлия Сергеевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

13.08.2026

Заведующий кафедрой
радиотехнических систем
кандидат технических наук, доцент



Маркелов Олег Александрович



ЗАВЕРЯЮ:
М.В. СОКОЛОВА
2026

13 08

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)
Почтовый адрес: улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф, Санкт-Петербург, 197022.
Тел. (812) 234-46-51. Сайт: www.etu.ru. Email: info@etu.ru