

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 219.001.04
НА БАЗЕ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ», ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 8 декабря 2016 г. № 5

О присуждении Мохаммеду Ала Абдулрахману Саиду, гражданину Йеменской Республики, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы декомпозиции показателей качества обслуживания трафика в сети следующего поколения» по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, принята к защите 30 сентября 2016 г., протокол № 7, диссертационным советом Д 219.001.04, созданным на базе ордена Трудового Красного Знамени федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ), Федеральное агентство связи, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д.8а, приказ о создании диссертационного совета – № 244/нк от 03.03.2016 г.

Соискатель Мохаммед Ала Абдулрахман Саид, 1983 года рождения, в 2010 году окончил Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» с присуждением степени магистра техники и технологий по направлению «Телекоммуникации». В 2015 окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2015 г. Федеральным государственным образовательным бюджетным учреждением высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича». В настоящее время не работает.

Диссертация выполнена в кафедре «Инфокоммуникационные системы», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

Научный руководитель – Соколов Николай Александрович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник «Ленинградского отделения Центрального научно-исследовательского института связи».

Официальные оппоненты:

1. Комашинский Владимир Ильич, доктор технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко» РАН.
2. Ефимушкин Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, и.о. заместителя генерального директора по научной работе федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт связи»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский госу-

дарственный университет путей сообщения им. императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС) в своем положительном заключении, заслушанном и одобренном на заседании кафедры «Электрическая связь», подписанном Канаевым Андреем Константиновичем, д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Электрическая связь», Приваловым Андреем Андреевичем, д.в.н., профессором кафедры «Электрическая связь» и утвержденном проректором по научной работе д.т.н., профессором Титовой Тамилей Семеновной, указано, что диссертация выполнена автором самостоятельно и на высоком научном уровне. Диссертация соответствует критериям о присуждении ученых степеней в рамках научного паспорта специальности 05.12.13 (пункты 12, 14). Соискателем решена актуальная задача разработки методов декомпозиции показателей качества обслуживания, имеющая существенное практическое значение для решения задач проектирования и планирования сети следующего поколения. Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать в организациях, занимающихся исследованиями, проектированием, технической эксплуатацией и модернизацией систем, сетей и устройств телекоммуникаций.

Соискатель имеет 9 опубликованных по теме диссертации работ, из них 4 – в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК при Минобрнауки РФ. Общий объем 2,5 печатных листа, авторский вклад составляет 94 %. При подготовке соискатель внес определяющий вклад в построение и исследование моделей функционирования сети следующего поколения, а также в разработку методики декомпозиции показателей QoS . Разработка компьютерных программ для оценки вероятностно-временных характеристик и проведение численных экспериментов принадлежат лично соискателю.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. *Мохаммед А.А.С.* Метод оценки вариации задержки в пакетных сетях // *Электросвязь*. – 2014. – № 10. – С. 48–49.

2. Мохаммед А.А.С., Соколов Н.А. Методы декомпозиции показателей QoS для NGN // Вестник связи. – 2014. – №6. – С. 44–45.

3. Мохаммед А.А.С. Задача декомпозиции показателя IPDV, установленного для сети следующего поколения // Вестник бурятского государственного университета. Выпуск: математика, информатика. 2014. – 9(1) – С. 48–50.

4. Mohammed A.A.S. Investigation of decomposition of quality indexes standardized for the Next Generation Network // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2014. – № 8. – С.106–107.

На диссертацию поступили отзывы:

1. От официального оппонента д.т.н., доцента, заместителя директора по научной работе Института проблем транспорта РАН Комашинского Владимира Ильича. Отзыв положительный и содержит следующие замечания: 1) Нормированный показатель качества обслуживания пакетного трафика IPER (вероятность искажения) практически не затронут в тексте диссертационной работы. Формально метод распределения этого показателя можно считать таким же, как и метод для IPLR, но такой вывод приемлем только для среды обмена пакетами с весьма близкими характеристиками всех участков тракта между двумя терминалами. Если, в частности, есть участок с радиорелейным трактом, то задача распределения показателя IPER становится предметом отдельного диссертационного исследования. Этот факт следовало бы указать в тексте пояснительной записки. 2) Не рассмотрено влияние приоритетной дисциплины обслуживания пакетов на распределение нормируемых показателей. Не исключено, что такое влияние отсутствует или не является существенным, но подобные гипотезы должны быть подтверждены аналитически, либо за счет имитационного моделирования. 3) Корректность применения ряда Эджворта для оценки показателя IPDV подтверждена за счет сравнения возникающей ошибки при анализе моделей с пуассоновским входящим потоком. При этом в диссертации справедливо говорится о том, что входящим потокам пакетов присущ коэффициент вариации, превышающий единицу. Не

факт, что для распределений с такими значениями коэффициента вариации применение ряда Эджворта обеспечит невысокую ошибку в аппроксимации распределения длительности задержки пакетов. 4) При заключении SLA (соглашений об уровне обслуживания) может меняться методологический подход к распределению показателей качества обслуживания. Эту задачу следовало бы рассмотреть в составе второй или четвертой глав диссертационной работы. 5) Раздел 2.4 можно было бы сократить за счет менее подробного описания пакетов программ, предназначенных для имитационного моделирования моделей телетрафика.

2. От официального оппонента к.ф.-м.н, доцента, и.о. заместителя генерального директора по научной работе Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт связи» Ефимушкина Владимира Александровича. Отзыв положительный и содержит следующие замечания: 1) На стр. 31 в последнем абзаце обоснование точной оценки в 20% является поверхностным; 2) На рисунке 2.4 заметен резкий скачок функции распределения времени ожидания при малых значениях загрузки, но в тексте не дается объяснения для подобного поведения функции; 3) На рисунке 3.6 приведены кривые двух функций распределения – теоретической и ее аппроксимации рядом Эджворта, но подобный график не дает представления о величине погрешности, вызванной аппроксимацией; предпочтительнее было бы изобразить график с изменением величины относительной ошибки, вызванной использованием данного приближения; 4) Во втором абзаце параграфа 3.5 следует написать в явном виде, что речь идет о параметре формы распределения Вейбулла-Гнеденко, так как его обозначения могут различаться в разных источниках; 5) В формуле 4.3 следовало бы привести соображения о значении величины k ; в частности, было интересно на сколько оно отличается от значения «3», характерного для сетей электросвязи с коммутацией каналов; 6) Есть ряд за-

мечаний редакционного характера. Например, во всех таблицах из Приложения 2 начало каждого заголовка написано с маленькой буквы, хотя ему предшествует точка; на рисунке 4.1 использовано неудачное выражение «расстояние кратчайшего маршрута» и т.п.

3. От ведущей организации ФГБОУ ВО ПГУПС. Отзыв положительный и содержит следующие замечания: 1) В течение длительного периода времени будут сосуществовать каналные и пакетные технологии. По этой причине необходимо проводить декомпозицию качественных показателей, приведенных в рекомендации сектора стандартизации МСЭ *Y.1541*, с учетом этого фактора. Данное положение в должной мере не отражено в диссертационной работе, хотя на стр. 13 приведен рисунок, подтверждающий практическую важность анализа качественных показателей с учетом периода до перехода к сети, в которой применяются только пакетные технологии передачи и коммутации; 2) Во второй и в третьей главах диссертации следовало бы обосновать выбор законов распределений для входящего потока заявок (ими являются пакеты), не обладающих свойствами самоподобия; 3) Алгоритм перераспределения показателей, показанный на рисунке 2.2 (стр. 44), содержит блок "Ограничение трафика". Однако никаких рекомендаций по практической реализации столь сложной процедуры в тексте диссертационной работы не приводится; 4) Раздел 3.3 содержит избыточный материал. Это относится и к рисункам 3.7 – 3.12. Можно было бы ограничиться двумя иллюстрациями; 5) В тексте Приложения 2 не приведено обоснования выбора количества потоков заявок и диапазона изменений коэффициента вариации.

На автореферат поступили 7 положительных отзывов – ФГБОУ ВО ВлГУ; ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»; ФГБОУ ВО ПГУТИ; ООО НТЦ Севентест; ООО НТЦ Аргус; НТЦ ПРОТЕЙ; ФГБОУ ВО СибГУТИ.

Замечания, полученные в отзывах автореферат, представлены в следующем обобщенном виде: 1) В качестве определения для вариации времени

задержки пакетов выбрана трактовка, предложенная в рекомендациях ITU. Она требует проведения сложных вычислений. В документах IETF дается более простое определение этого показателя, упрощающее расчеты. Полезно сравнить результаты, полученные с использованием сложной модели, с результатами, которые получаются при её заметном упрощении; 2) Следует обосновать выбор диапазона, в котором исследуется влияние коэффициента вариации (рисунок 5 автореферата); 3) Сложение потоков на входе транзитных фаз обслуживания может очень заметно поменять свойства суммарного заявок, что следовало бы отразить в тексте автореферата; 4) Из текста автореферата не ясна возможность использования подхода, используемого соискателем, в тех случаях, когда сеть работает во внештатных условиях (в частности, при возникновении чрезвычайных ситуаций); 5) На стр. 8 указано, что в многофазную СМО поступают заявки разного типа, хотя все приведенные в автореферате формулы не учитывают в явном виде типы заявок; 6) Отсутствует обоснование выбора распределения Вейбулла-Гнеденко, использованного при реализации имитационного моделирования; 7) Согласно формуле (4) при увеличении нагрузки ρ квантиль $t_p(m, \rho)$ должен возрасти, однако это не согласуется с графиками на рис. 3; 8) В качестве одного из основных показателей QoS приводится определенный в рекомендациях МСЭ IPDV, в то время как на существующих сетях голосовой связи с пакетной передачей обычно контролируется показатель Jitter (джиттер), имеющий схожий смысл, но отличающийся по способу вычисления. Возможно, следовало бы рассмотреть декомпозицию этого показателя; 9) Следует четко указать, что предлагаемые методы ориентированы только на решение задач декомпозиции, так как при расчете характеристик, которые используются для оценки качества обслуживания, должны учитываться фрактальные свойства мультисервисного трафика; 10) В автореферате ничего не сказано о декомпозиции показателя IPRR-коэффициента изменения порядка следования IP-пакетов; 10) Не ясно насколько критично различие в законах распределения $A_i(t)$ тех потоков, ко-

торые суммируются на входе маршрутизатора, с точки зрения точности оценки показателей QoS; не исключено, что для определения коэффициентов по формуле (4) было бы уместно использовать метод взвешенных наименьших квадратов; 11) Следует отметить, что декомпозиция джиттера задержки актуальна только для 0-го и 1-го классов обслуживания мультисервисного трафика; 12) Принятый принцип распределения доходов (формула 7) не стимулирует экономию расходов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующими обстоятельствами:

1. Доктор технических наук, доцент Комашинский Владимир Ильич является крупным специалистом в области анализа действующих и перспективных систем телекоммуникаций. В сфере научных интересов В.И.Комашинского также находятся вопросы построения сетей следующего поколения и исследования моделей телетрафика, лежащие в основе диссертационного исследования Мохаммеда Ала Абдулрахмана Саида. Научные труды В.И.Комашинского по тематике данной диссертации опубликованы в ведущих отечественных изданиях.
2. Кандидат физико-математических наук, доцент Ефимушкин Владимир Александрович является видным специалистом в области математического моделирования систем связи. В сфере научных интересов В.А.Ефимушкина, в частности, находятся вопросы исследования структурно-сложных моделей, описываемых теорией массового обслуживания, которые являются одним из важных аспектов диссертационного исследования Мохаммеда Ала Абдулрахмана Саида. Научные труды В.А.Ефимушкина по тематике диссертационного исследования также широко опубликованы.
3. Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения им. Императора Алек-

сандра I» известна своими работами в области анализа и моделирования действующих и перспективных инфокоммуникационных систем, проводимыми кафедре «Электрическая связь» сотрудниками Канаевым А.К., Ванчиковым А.С., Яковлевым В.В. и другими учёными и специалистами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана модель маршрута обмена *IP*-пакетами в виде многофазной системы массового обслуживания с переменным количеством фаз, которая позволяет исследовать характеристики качества обслуживания и оценивать объем ресурсов разных операторов связи, участвующих в поддержке нормируемых показателей;

предложены методы расчета показателей *IPTD* (средняя задержка доставки *IP*-пакетов), *IPDV* (вариация длительности задержки *IP*-пакетов) и *IPLR* (вероятность потери *IP*-пакетов), которые позволяют решить задачи декомпозиции нормированных показателей качества обслуживания;

доказан линейный характер зависимости *IPTD* и *IPDV* от количества узлов коммутации и коэффициента вариации длительности интервалов между моментами поступления *IP*-пакетов;

введено разложение Эджворта для оценки квантиля распределения задержки *IP*-пакетов, что позволяет точнее оценить показатель *IPDV*.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что, применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы теории телетрафика, математического моделирования и теории массового обслуживания;

изложены принципы оценки нормированных показателей качества обслуживания мультисервисного трафика для решения задач декомпозиции;

раскрыты и изучены причины появления погрешности в оценке показателей *IPTD* и *IPLR* при использовании математических соотношений, основан-

ных на предположениях о взаимной независимости процессов на каждой фазе обслуживания;

проведена модернизация алгоритма расчета квантиля, который необходим для расчета параметра *IPDV*, и оценена погрешность восстановления функции распределения задержки *IP*-пакетов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: результаты, полученные в диссертации, использованы ПАО "ГИПРОСВЯЗЬ". В частности, "Методы декомпозиции основных показателей качества обслуживания мультисервисного трафика (*IPTD*, *IPDV*, и *IPLR*)" применены при разработке следующих проектных решений: 1. При строительстве сети доступа *Wi-Fi* – организация ядра *Wi-Fi* для публичного доступа в Интернет по технологии *Wi-Fi* на территории объектов недвижимости Уральского Федерального округа и Пермского края; 2. Расширение мультисервисной сети МРФ "Сибирь" ОАО "Ростелеком" 2014", а также использованы в учебном процессе на кафедре «Инфокоммуникационные системы» СПбГУТ. Полученные теоретические и практические результаты работы подтверждаются соответствующими актами.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты обоснованы доказательствами с использованием строгих и апробированных математических методов исследования; для проведения вычислительных экспериментов **использованы** близкие к реальным исходные данные, представленные в открытом доступе.

Личный вклад соискателя состоит в проведении теоретических исследований, разработке алгоритма и методов декомпозиции показателей качества обслуживания трафика на интерфейсе «пользователь-сеть», проведении компьютерных экспериментов, апробации результатов исследования на 4-х научно-технических конференциях, в том числе международных, в подготовке 9-ти публикаций по результатам диссертационного исследования, 8 из которых подготовлены без соавторов.

На заседании 8 декабря 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Мохаммеду А.А.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16-ти человек (из них 8 докторов наук по профилю защищаемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени - 15, против - нет, недействительный бюллетень - 1.

Председатель
диссертационного совета Д 219.001.04



Аджемов А.С.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 219.001.04

Терешонок М.В.

« 8 » декабря 2016 г.