

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**  
Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031  
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21  
E-mail: [dou@pgups.edu](mailto:dou@pgups.edu), [dou@pgups.ru](mailto:dou@pgups.ru)  
<http://www.pgups.ru>  
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,  
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Петербургского государственного  
университета путей сообщения  
Императора Александра I  
доктор технических наук, профессор

Т.С. Титова

18.11.2016

№ 005.06.5-40/26

На № \_\_\_\_\_

от \_\_\_\_\_

2016

Г

Г



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Мохаммеда Ала Абдулрахмана Саида "Методы декомпозиции показателей качества обслуживания трафика в сети следующего поколения", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

### Актуальность темы диссертации

Сеть следующего поколения, по мнению Международного союза электросвязи (МСЭ), будет определять ключевые принципы развития телекоммуникационной системы на долгосрочную перспективу. Даже если эта точка зрения изменится, то в перспективных сетях связи будут широко использоваться пакетные технологии в оборудовании передачи и коммутации. Практика МСЭ, в части рекомендаций по качеству обслуживания, состоит в нормировании параметров между конечным

Вход. № 128/16  
«11» 2016 г.  
подпись

пользовательским оборудованием. Как правило, тракт обмена информацией между конечным пользовательским оборудованием устанавливается через сети разных операторов связи. Выполнение принятых норм на качественные показатели между конечным пользовательским оборудованием требует их распределения (декомпозиции) по нескольким сетям, чтобы операторы связи четко понимали возникающие перед ними проблемы. Такая задача в свое время была решена для сетей с коммутацией каналов. Для сетей с коммутацией пакетов методы декомпозиции качественных показателей еще не разработаны, что обусловлено качественно новыми нормируемыми параметрами. Поэтому диссертация Мохаммеда Ала Абдулрахмана Саида, посвященная анализу и разработке методов декомпозиции показателей качества в сетях NGN с учетом особенностей сетей операторов связи, является своевременной и актуальной.

### **Новизна полученных результатов**

Новыми научными результатами, полученными автором самостоятельно, являются:

– модель тракта сети NGN, по которому происходит обмен пакетами, отличается тем, что содержит переменное количество фаз, что объясняется различием количества сетей, задействованных для предоставления требуемых услуг, а также содержит метрику, определяющую объем ресурсов, которые созданы оператором связи. Модель тракта построена как  $n$ -фазная система телетрафика с ожиданием и с ограниченной очередью.

– аналитические методы декомпозиции трех показателей качества обслуживания (IPTD, IPDV и IPLR), отличающиеся тем, что учитывают статистические зависимости между фазами обслуживания, базируются на логически корректных предположениях и соответствуют принятым положениям в теории телетрафика. Точность введенных допущений проверена путем имитационного моделирования.



– способ численной оценки квантиля функции распределения времени пребывания пакетов в сети, отличающийся установлением линейной зависимости от количества направлений связи для узла коммутации, основан на разложении Эджворта. Такой подход позволяет, зная семиинварианты, использовать приближенную функции распределения для численного нахождения  $p$ -квантиля при произвольных частных законах распределения.

### **Значимость полученных автором результатов для развития науки по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций**

Значимость результатов, которые были получены автором, для развития науки в области систем, сетей и устройств телекоммуникаций состоит в исследованиях систем телетрафика с высокими значениями коэффициента вариации длительности промежутков между поступлениями заявок. Важными представляются результаты, направленные на получение квантиля функции распределения длительности задержки заявок для тех моделей, которые адекватно формализуют элементы пакетных сетей связи. Подобные исследования актуальны по тем причинам, что нормы на квантиль все чаще вводятся МСЭ в качестве показателя качества обслуживания для пакетных сетей и технических средств, использующих дисциплины обслуживания с ожиданием. Самостоятельную ценность для научных исследований в области построения пакетных сетей представляет собой способ оценки объема ресурсов, задействованных разными операторами связи, для поддержки нормированных показателей качества обслуживания мультисервисного трафика.

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

Обоснованность научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертации, подтверждаются корректным



использованием математического аппарата, проверкой статистической сходимости полученных результатов методами имитационного моделирования, обоснованием принятых ограничений и допущений, полнотой и достоверность исходных данных, а также достаточным числом опубликованных работ, в том числе в рецензируемых изданиях и широкой апробацией результатов диссертации на различных научно-технических конференциях и семинарах кафедры "Инфокоммуникационные системы" в СПбГУТ, где была выполнена работа.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**

Результаты диссертационной работы Мохаммеда Ала Абдулрахмана Саида целесообразно использовать в организациях, занимающихся исследованиями, проектированием, технической эксплуатацией и модернизацией систем, сетей и устройств телекоммуникаций. В частности, в ФГУП ЦНИИС, в ПАО "ГИПРОСВЯЗЬ", в ПАО "РОСТЕЛЕКОМ", в эксплуатационных подразделениях операторов сетей фиксированной и мобильной связи. Кроме того, результаты диссертационной работы рекомендуется использовать в учебном процессе для подготовки специалистов по телекоммуникационным специальностям: СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, МТУСИ, ПГУТИ, СибГУТИ и других.

### **Оценка содержания и оформления диссертации**

Рецензируемая диссертационная работа является целостным трудом, написана хорошим русским языком, оформлена в соответствии с существующими требованиями к диссертациям.

Во введении приведено обоснование актуальности тематики исследований, выполнен анализ полученных результатов в предметной области исследований, сформулированы цель и задачи работы, представлены основные научные результаты, полученные в диссертации, сформулированы



теоретическая и практическая ценность работы, перечислены сведения об апробации работы и публикациях, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертационной работы выполнен анализ существующих методов декомпозиции показателей качества обслуживания пакетного трафика, который по своей природе является мультисервисным. Убедительно обоснована актуальность выбранной темы. Эта глава содержит обоснование решений, которые далее принимались в диссертационной работе.

Во второй главе разработана модель маршрута для обмена пакетами между конечным пользовательским оборудованием в виде многофазной системы телетрафика. Далее разработаны методы расчета IPTD (среднего значения времени доставки пакетов) и IPLR (доли потерянных пакетов). Полученные аналитические соотношения подтверждены путем проведения имитационного моделирования.

В третьей главе диссертационной работы представлены результаты по методу расчету показателя IPDV (джиттера задержки пакетов). Для оценки этого показателя необходима оценка функции распределения длительности задержки пакетов –  $S(t)$ , знание которой позволяет получить  $p$ -квантиль –  $t_p$  решением уравнения  $S(t_p)=p$ . Автором использован подход, который основан на разложении Эджворта, что дает возможность восстанавливать по семиинвариантам распределение длительности задержки пакетов.

В четвертой главе диссертации представлена методика декомпозиции всех исследованных показателей качества обслуживания пакетного трафика. Выполнен анализ объемов тех ресурсов, которые каждый из участвующих в оказании услуг оператор привлекает для обеспечения нормируемых показателей. Соответствующие оценки необходимы для разработки взаимоотношений между операторами связи, а в перспективе – для обоснованных решений при заключениях соглашений SLA (соглашений об уровне обслуживания).



В заключении приведены основные результаты диссертационной работы, а в двух приложениях – акты внедрения и результаты промежуточных вычислений соответственно.

### **Замечания**

По тексту диссертационной работы у авторов данного отзыва имеются следующие замечания:

1. В течение длительного периода времени будут сосуществовать канальные 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.

### **Выводы**

Диссертация Мохаммеда Ала Абдулрахмана Саида "Методы декомпозиции показателей качества обслуживания трафика в сети следующего поколения" является законченной научно-квалификационной

работой и соответствует пунктам 12 и 14 паспорта специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.


В диссертации решена задача, имеющая значение для отрасли связи – предложены и исследованы модели трафика, адекватно отражающие процесс обмена пакетами между конечным оборудованием пользователей, и разработаны методы декомпозиции основных нормированных качественных показателей для сети следующего поколения по отдельным компонентам (сетям разных операторов). Диссертация соответствует критериям п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842. Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы.

Приведенные замечания не снижают ценности диссертационной работы "Методы декомпозиции показателей качества обслуживания трафика в сети следующего поколения", диссертация оценивается положительно, а ее автор, Мохаммед Ала Абдулрахман Саид, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры "Электрическая связь".

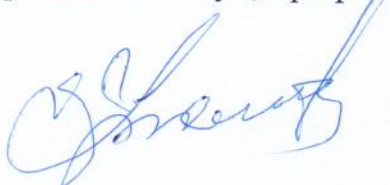
Протокол № 4 "17" ноября 2016 года.

Заведующий кафедрой «Электрическая связь»,  
доктор технических наук, доцент



Канаев Андрей Константинович

Профессор кафедры «Электрическая связь»,  
доктор военных наук, профессор



Привалов Андрей Андреевич