

## УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС)



Грязев А.Н.

2017 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС) – на диссертацию Саламеха Немера на тему: «Анализ и разработка метода оценки скорости звеньев мультисервисной сети при совместном обслуживании неоднородного трафика реального времени», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

**Комиссия в составе:** к.ф.-м.н. Ефимушкина Владимира Александровича, д.т.н. Цыма Александра Юрьевича и к.ф.-м.н. Ледовских Татьяны Владимировны рассмотрела представленные диссертацию, автореферат и опубликованные автором работы. По результатам рассмотрения материалов диссертации Саламеха Немера на тему: «Анализ и разработка метода оценки скорости звеньев мультисервисной сети при совместном обслуживании неоднородного трафика реального времени» принято следующее заключение.

Диссертационная работа Саламеха Немера посвящена построению и исследованию методов оценки скорости передачи информации звеньев мультисервисной сети связи при совместном обслуживании неоднородного трафика реального времени. Предложенные автором модель сети и

Вход. № 30/17  
« 02 » 02 2017 г.  
подпись

алгоритмы оценки характеристик качества обслуживания поступающих заявок, дают возможность анализировать совместное влияние основных значимых факторов, определяющих процесс совместного обслуживания нагрузки действующих и перспективных систем связи. К ним в первую очередь следует отнести: зависимость требуемой скорости передачи от типа услуги; наличие механизмов резервирования ресурса передачи; зависимость модели формирования потока заявок от вида заказываемого сервиса.

**Актуальность темы.** Расширение перечня услуг, предоставляемых абонентам, является одним из условий приобретения конкурентных преимуществ оператора на рынке связи. По мнению экспертов, доминирующую роль в общем объеме создаваемого трафика будут играть услуги передачи разного рода видеоинформации. Трафик данного типа будет генерироваться видеокамерами и прочими элементами инфраструктуры Интернета вещей. Он является важной составной частью программ дистанционного обучения, телемедицины, систем личной и общественной безопасности и т.д. Видеотрафик относится к трафику реального времени и должен передаваться с заданными ограничениями на задержку в точках коммутации. Достижение этого результата является ключевой задачей администрации сети.

Между тем известно, что процесс мультиплексирования трафика реального времени может существенно ухудшить показатели качества обслуживания отдельных типов поступающих заявок, если их требования к ресурсу передачи существенно отличаются между собой. Для устранения возникающих проблем используется резервирование или отдельное занятие ресурса. Выбор конкретного сценария зависит от топологии сети, от особенностей формирования поступающих заявок, от способа дифференциации процедуры обслуживания заявок. Понятно, что научно-обоснованное решение сформулированной задачи невозможно без построения и анализа математической модели, адекватно описывающей перечисленные особенности обслуживания заявок на передачу трафика реального времени. Исследованию перечисленных проблем посвящена диссертационная работа Саламеха Немера, что говорит об ее актуальности.

**Научная новизна.** Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе, являются новыми и заключаются в следующем.

1. С использованием результатов анализа научно-технических публикаций, посвященных вопросам эксплуатации и планирования мультисервисных сетей связи, построена и исследована модель мультиплексирования трафика реального времени, позволяющая учесть совместное влияние основных значимых факторов, определяющих этот процесс. Среди них: зависимость требуемой скорости передачи от типа услуги; наличие механизмов резервирования ресурса передачи; зависимость модели формирования потока заявок от вида заказываемого сервиса.
2. С использованием построенной модели даны определения для основных показателей качества обслуживания поступающих заявок и разработаны точные и приближенные алгоритмы расчета их значений.
3. Разработаны процедуры определения скорости звеньев сети, обеспечивающие заданные значения доли потерянных заявок.
4. Сформулированы рекомендации по выбору условий совместного обслуживания неоднородного трафика сервисов реального времени.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

**Теоретическая значимость** заключается в построении и исследовании модели мультиплексирования трафика реального времени, позволяющей учесть совместное влияние основных факторов, определяющих этот процесс. Среди них: зависимость требуемой скорости передачи от типа услуги; наличие механизмов резервирования ресурса передачи; зависимость модели формирования потока заявок от вида заказываемого сервиса. В рамках построенной модели разработаны точные и приближенные алгоритмы расчета показателей качества обслуживания заявок.

**Практическая значимость** заключается в разработке процедур оценки скорости звеньев мультисервисной сети, требуемой для обеспечения заданных значений доли потерянных заявок. Получены программные реализации построенных в диссертации алгоритмов. Разработанный инструментариум рекомендуется использовать при решении задач планирования инфраструктуры мультисервисных сетей и теоретическом обосновании действий администрации, направленных на повышение эффективности их работы. Результаты диссертации использованы в компании SYRIAN TELECOM при проведении мероприятий, направленных на повышение эффективности работы инфраструктуры сети связи

г. Дамаска, а также применены в учебном процессе на кафедре «Сети связи и системы коммутации» МТУСИ. Реализация результатов работы подтверждена соответствующими актами и справками.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.** Полученные теоретические результаты обоснованы доказательствами с использованием математических методов теории телетрафика, подтверждены численными экспериментами. Достоверность положений и выводов диссертации подтверждается апробацией работы, основные результаты которой обсуждались и докладывались на международных и российских научно-технических конференциях и семинарах. По материалам диссертации опубликованы 15 работ, в том числе 4 – в рецензируемых периодических изданиях, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Следовало привести более подробный анализ характеристик обслуживания трафика сервисов реального времени, в частности, требований к скорости передачи, величине задержки в точках коммутации и т.д.
2. В диссертации упоминается существование программных реализаций разработанных алгоритмов, однако не уточняется о каких алгоритмах идет речь, не приводится описание соответствующих программ и не обсуждаются особенности их реализации.
3. В построенной автором модели мультисервисной сети все случайные величины, определяющие процесс функционирования модели, имеют экспоненциальное распределение с соответствующим параметром. Имеет смысл оценить средствами имитационного моделирования устойчивость полученных результатов к изменению функции распределения длительностей отдельных временных интервалов, в частности, интервала времени обслуживания заявки.
4. В диссертационной работе для реализации механизма резервирования используются значения вероятностей внутренних блокировок, зависящие от степени загрузки канального ресурса звеньев сети. Следовало бы более подробно изложить процедуру выбора значений этих вероятностей.

5. В диссертационной работе не приведены результаты, иллюстрирующие погрешность приближенного расчета характеристик модели отдельного звена с резервированием.

### **Общее заключение по работе**

Перечисленные замечания не снижают общую положительную оценку от выполненного диссертационного исследования. Работа изложена на достаточно высоком научном уровне. Основные результаты диссертации докладывались на научно-технических конференциях, в полной мере опубликованы, в том числе в перечне рецензируемых научных журналов ВАК при Минобрнауки России. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Проведенные исследования и результаты являются новыми и актуальными, а степень их обоснованности и достоверности является достаточной.

Полученные автором диссертации результаты по оценке скорости звеньев мультисервисной сети связи при мультиплексировании потоков трафика сервисов реального времени с существенной степенью неоднородности требований к ресурсу передачи рекомендуется использовать в научно-исследовательских и проектных организациях ФГУП ЦНИИС, ЛО ЦНИИС, ОАО «Гипросвязь», ОАО «Гипросвязь-СПб» при выполнении работ по планированию объема инфраструктуры мультисервисных сетей связи. Эти же результаты рекомендуются к использованию в организациях, имеющих крупные сети связи, ПАО МГТС, ПАО «МТС», ПАО «Ростелеком» и др. при проведении мероприятий, направленных на повышение эффективности их работы. Построенную в диссертации модель сети и результаты ее исследования также рекомендуется использовать в научной работе и учебном процессе в ФГБОУ ВО МТУСИ, ФГБОУ ВО ПГУТИ, ФГБОУ ВО СибГУТИ, ФГБОУ ВО СПбГУТ.

Диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к квалификационным работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, соответствует пунктам 4, 5, 12, 14 паспорта специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», а ее автор Саламех Немер заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Отзыв заслушан и одобрен на заседании Экспертного совета при Научно-техническом совете Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС) 2 февраля 2017 года, протокол № 1 от 2 февраля 2017 г.

Отзыв подготовили:

Ефимушкин Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук, 05.25.01 – «Теоретические основы информатики», доцент по специальности, 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», заместитель генерального директора по научной работе; Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС), Россия, 111141, г. Москва, 1-й проезд Перова поля, д. 8, тел.: +7 (495) 306-39-90, E-mail: ef@zniis.ru

Цым Александр Юрьевич, доктор технических наук, 05.09.02 – «Электротехнические материалы и изделия»; кандидат технических наук, 05.12.14 – «Сети, узлы связи и распределение информации», начальник научной лаборатории; Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС), Россия, 111141, г. Москва, 1-й проезд Перова поля, д. 8, тел.: +7 (495) 304-5797, E-mail: atsym@zniis.ru

Ледовских Татьяна Владимировна, кандидат физико-математических наук, 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», директор научного центра, Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС), Россия, 111141, г. Москва, 1-й проезд Перова поля, д. 8, тел.: +7 (495) 304-5797, E-mail: tledovskikh@zniis.ru.

к. ф.-м. н. В.А. Ефимушкин

д. т. н. А.Ю. Цым

к.ф.-м.н. Т.В. Ледовских

