

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу 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».

### Актуальность работы

Мультиплексирование информационных потоков, выполняемое на различных уровнях иерархии современных сетей связи, является одним из основных приемов, используемых при построении телекоммуникационных систем. Между тем, результаты теоретического анализа некоторых простых систем связи, а также результаты измерений показывают, что при совместном обслуживании потоков трафика сервисов реального времени с жесткими ограничениями на продолжительность задержки в точках коммутации, в ряде случаев наблюдается перераспределение используемого ресурса в пользу заявок с малыми требованиями к скорости передачи соответствующего информационного потока. Этот эффект понятен и связан с тем, что подобным заявкам легче попасть на обслуживание, а попав на обслуживание, они ограничивают доступ ресурсоемким заявкам. Чтобы не допустить подобного развития событий необходимо использовать либо резервирование, либо раздельное занятие ресурса.

Для теоретического обоснования данной важной для практики схемы обслуживания мультисервисной нагрузки необходимо разработать модели, описывающие процесс совместной передачи нагрузки, а на их основе построить и проанализировать алгоритмы и методики оценки характеристик пропускной способности. Последовательному решению перечисленных задач и посвящена диссертационная работа Саламеха Немера. Понятно, что данная задача является актуальной, как в теоретическом плане, так и для практических приложений, поскольку ее решение направлено на повышение качества работы мультисервисных сетей связи.

### Содержание диссертационной работы

Процесс решения задачи, поставленной в диссертационном исследовании, естественным образом разбит на четыре этапа. Каждому этапу соответствует отдельная глава диссертационной работы.

**В первой главе** проведен анализ технологий формирования мультисервисных сетей связи. Обсуждается современное состояние и перспективы развития пакетных сетей.

Вход. № 35/14  
« 09 » 04 20 14 г.  
подпись



Выполнен сравнительный анализ пакетных технологий, обеспечивающих требуемое качество обслуживания информационных потоков, порожденных разнообразными коммуникационными приложениями. В качестве перспективной технологии рекомендуется технология коммутации меток MPLS. Она обладает возможностями строить виртуальные пути следования информационной нагрузки в неоднородных средах. Глава завершается формулировкой отдельных этапов диссертационного исследования.

**Во второй главе** построена модель исследуемого объекта. Построение модели начинается с осуществления процедуры формализации совместной передачи информационных потоков в пакетных сетях, анализируемых на уровне соединения. Делаются предположения о характере входных потоков, времени удерживания канального ресурса на обслуживание заявок разного вида, маршруте следования потоков трафика реального времени. Приведены определения основных показателей качества совместного обслуживания поступающих заявок. Это: доля потерянных заявок и средний объем ресурса передачи, используемый на их обслуживание. Анализируются точные методы оценки характеристик с использованием марковских процессов или техники имитационного моделирования. Приводятся примеры численного исследования проблем передачи неоднородного трафика реального времени.

**В третьей главе** диссертационного исследования детально анализируется один из частных случаев построенной мультисервисной сети. Поскольку рассматриваемый фрагмент относительно прост, то это позволяет провести более глубокое теоретическое исследование модели на основе техники составления систем уравнений статистического равновесия. Для приближенного вычисления характеристик сети предлагается использовать метод просеивания нагрузки.

**В четвертой главе** диссертации анализируется решение задачи выбора конкретного сценария совместного обслуживания неоднородного трафика реального времени с использованием построенной модели мультисервисной сети. В зависимости от соотношений между входными параметрами это может быть либо резервирование, либо раздельное занятие ресурса. Выбор сценария опирается на значение доли потерянных заявок, которое требуется обеспечить, а также на величину получаемого при этом коэффициента использования единицы канального ресурса. После выбора сценария методом перебора решается задача определения скорости звеньев сети.

### **Новизна исследований и полученных результатов**

Основными научными результатами, впервые полученными автором диссертации, являются:

1. Модель мультисервисной сети связи с двумя типами потоков трафика реального времени, образованных, соответственно, бесконечными и конечными группами



пользователей и результаты ее анализа. В модели учитывается механизм резервирования ресурса, основанный на использовании функции внутренней блокировки. Модель позволяет оценивать значение доли потерянных заявок и обслуженную нагрузку для каждого потока трафика реального времени.

2. Алгоритм оценки характеристик пропускной способности мультисервисной сети, позволяющий вести вычисление канальной емкости звеньев, достаточной для пропуска заданного объема трафика реального времени с заданной долей потерянных заявок.

### **Степень обоснованности и достоверности научных выводов и рекомендаций, приведенных в диссертации**

Полученные в диссертационной работе результаты сопровождаются строгими доказательствами, что подтверждает их обоснованность. Этой же цели служат выполненные численные исследования, отдельные результаты которых приводятся в диссертационной работе в виде алгоритмов и рисунков.

### **Значимость для науки и практики**

Результаты, полученные в работе, имеют четко выраженную практическую направленность. Это, в частности, следует из самой постановки задачи исследования и отдельных полученных результатов, среди которых необходимо отметить разработанную автором модель мультисервисной сети связи с обслуживанием неоднородного трафика реального времени, а также методы оценки характеристик пропускной способности подобных сетей, позволяющие решать важную для практики задачу вычисления канальной емкости звеньев сети, достаточной для пропуска заданного объема нагрузки с заданным качеством обслуживания. Проведенные в диссертационной работе исследования в определенной степени заполняют нишу, оставленную в предыдущих исследованиях в области теории телетрафика, и относящуюся к анализу моделей мультисервисных сетей.

### **Недостатки работы**

1. Основные результаты работы получены для экспоненциального распределения времени обслуживания заявки. Было бы интересно рассмотреть и другие типы распределения времени обслуживания, хотя бы с помощью имитационной модели, использованной автором во второй главе диссертации.
2. При проведении процедуры формализации и построении модели не учитывались факторы, которые могут изменить вид модели, например, возможность сбоя оборудования, а также возможность старения передаваемой информации.



3. Значения характеристик для однозвенной модели сети найдены с использованием итерационного метода решения системы уравнений равновесия. В работе не поясняется число выполняемых итерационных циклов до достижения сходимости.
4. Перечень частных случаев исследуемой модели сети, для которых существует эффективные алгоритмы оценки характеристик, можно дополнить сетями, построенными по иерархическому принципу. Для них значения характеристик могут быть рассчитаны с использованием алгоритма свертки. Модели этого сегмента наряду с имитационной моделью можно было использовать для оценки погрешности предложенных в диссертации, приближенных процедур.
5. Имеются замечания редакционного плана, в частности, следовало бы сократить запись формальных преобразований, предшествующих выводу системы уравнений равновесия (см. раздел 3.2.4), перенести соответствующие положения в приложение к диссертации.

### **Выводы по диссертации**

Перечисленные замечания не влияют на положительную оценку диссертации Саламеха Немера. Диссертационная работа содержит совокупность новых научных результатов, выдвинутых на публичную защиту и показывает способность автора вести самостоятельную научную работу. Все предложенные новые решения и разработанные модели строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями. Автором указаны все случаи заимствования, приведены ссылки на источники использованных в исследовательских целях материалов. Основные научные результаты своевременно и полно опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат правильно отражает содержание диссертационной работы.

На основе вышеизложенного можно утверждать, что диссертация Саламеха Немера «Анализ и разработка метода оценки скорости звеньев мультисервисной сети при совместном обслуживании неоднородного трафика реального времени» является законченной научно-квалификационной работой и удовлетворяет критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», а ее автор, Саламех Немер, заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук по этой специальности.

Дата:

*08.09.2017*

Директор по управлению и развитию продуктов Представительства АО «Майтел Европа АГ»

в г.Москве, кандидат технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»,

А.Г. Масленников

Подпись Масленникова Андрея Геннадьевича заверяю:



ГЛАВА ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА  
«МАЙТЕЛ ЕВРОПА АГ»  
МАТРОСОВ С.В.

Отзыв подготовил:

Масленников Андрей Геннадьевич, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», директор по управлению и развитию продуктов Представительства АО «Майтел Европа АГ», Россия, Адрес: 117630, г. Москва, ул. Обручева, дом 23, корп. 3, Тел.: +7 (495) 280-78-75, E-mail: andrey.maslennikov@mitel.com