

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
Бабкина Владимира Анатольевича на тему  
«Исследование и разработка методов мониторинга производительности  
пакетной транспортной сети на основе анализа показателей качества»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства  
телекоммуникаций»

**Актуальность темы диссертационной работы.** В условиях активной информатизации различных сфер деятельности общества и развитии цифровой экономики возрастает значение услуг связи и качества их предоставления. В связи с конвергенцией мультисервисных услуг связи на единой транспортной инфраструктуре сетей связи, построенных по технологии коммутации пакетов, актуальным вопросом становится обеспечение оценки качества работы сетевой инфраструктуры по передаче пакетного трафика при предоставлении различных услуг связи. Качество передачи данных при предоставлении услуг связи оказывает влияние на общую оценку качества услуг связи со стороны конечных пользователей услуги. В виду того, что со стороны различных услуг связи могут различаться технологические требования к качеству передачи пакетного трафика и длительности интервалов времени, в течение которых необходимо обеспечивать данные требования, возникает необходимость в наличии методов оценки качества работы сетевых соединений, которые могли бы формировать значения оценки качества работы сетевых соединений с учетом изменения значений показателей качества на интервале времени произвольной длительности (интервале времени использования услуги связи). При этом необходимо также учесть, что для различных услуг связи наиболее важными могут быть значения различных показателей качества. Существующие показатели качества работы сетей связи не в полной мере удовлетворяют решению такой задачи.

Выход. № 44/21  
«23» 04 2021 г.  
подпись

Автор работы сосредоточился на решении вышеуказанной задачи формирования оценки качества работы сетевых соединений и при этом уделил должное внимание влиянию архитектуры сети связи и сетевых систем оборудования конечных пользователей услуги связи на формирование значений показателей качества работы сети связи.

**Оценка структуры и содержания работы.** Диссертационная работа написана грамотным техническим языком, обладает хорошей структурой. Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, обозначена цель исследований, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе рассматриваются существующие подходы к определению качества работы сетей связи по уровням модели OSI, методам получения и формирования оценок качества, проводится сравнительный анализ работы сетей с коммутацией каналов и коммутацией пакетов, рассматриваются в сравнении методы формирования оценок качества на уровне сети (оценки сетевой производительности) и методы оценки качества работы сети на уровне пользователя услуги связи. Выполнен обзор и анализ научных публикаций по вопросам оценки качества работы сетей с коммутацией пакетов. Сформирована задача диссертационного исследования.

Во втором разделе решается задача по формированию показателей качества работы сетевых соединений с учетом величины и длительности отклонения значений нормативных показателей качества сете связи (показателей сетевой производительности) от областей допустимых значений. Для учета нелинейной зависимости показателей сетевой производительности от величины нагрузки на сетевое соединение и с целью повышения чувствительности значений формируемых показателей к «всплескам» значений нормативных показателей сетевой производительности формируется нелинейная оценочная функция качества работы сетевых соединений. С учетом того, что при решении поставленной задачи оценка качества работы сетевого соединения формируется на интервале времени произвольной длительности, то показывается, что при

совпадении данного интервала времени с интервалом времени использования услуги связи возможно получения оценки влияния качества работы сетевого соединения на оценку качества услуги связи со стороны пользователя услуги.

Третий раздел посвящен анализу взаимосвязи показателей качества работы сетей с коммутацией пакетов. На основании проведенного анализа предлагаются: логическая модель взаимосвязи показателей сетевой производительности, учитывающая синергетичность показателей качества, предлагаются интегральные показатели качества работы сетевых соединений, учитывающие изменения нормативных значений показателей качества на интервале времени проведения оценки, подходы к определению пороговых значений для нормативных показателей качества с учетом требований к ресурсам сети со стороны услуг связи.

В четвертом разделе описываются результаты практического использования предложенных интегральных показателей качества для оценки качества работы сетевых соединений при передаче пакетного трафика различных услуг связи на сети оператора связи и показывается практический эффект от использования интегральных показателей качества в виде увеличения объемов трафика, переданного с допустимыми значениями показателей сетевой производительности.

В заключении изложены основные результаты работы и описано применение данных результатов для разработки нормативной документации отрасли связи и измерительного комплекса для сетей связи с коммутацией пакетов.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций в диссертации.** Основная часть диссертации выполнена с применением методов статистического анализа работы сетевых соединений оператора связи при передаче пакетного трафика различных типов и классов. При рассмотрении существующих показателей качества и разработке предлагаемых интегральных показателей качества рассмотрен процесс их формирования во взаимосвязи с используемыми технологиями передачи данных.

Обоснованность основных научных положений и результатов исследований, выводов и рекомендаций подтверждается практическими результатами их применения на сети связи при передаче трафика различных услуг связи.

**Достоверность и новизна.** В диссертационной работе получены следующие новые результаты:

1. Предложена модель взаимосвязи показателей функционирования сетей с коммутацией пакетов, которая, в отличие от моделей, описывающих только взаимное влияние показателей качества, учитывает влияние архитектурно-технологических особенностей построения сети связи и влияние со стороны информационных систем и сетевых платформ на качество предоставления сетевых сервисов, позволяет формировать оценку качества работы сетевых соединений с учетом единства и синергетичности показателей качества.

2. Предложен и обоснован метод статистической интегральной оценки качества работы сетевых соединений в сети связи с коммутацией пакетов, который, в отличие от методов, основанных на статистическом анализе значений показателей качества, учитывает влияние величины и продолжительности (количества) кратковременных отклонений значений показателей сетевой производительности от областей допустимых значений на интервале времени проведения измерений на качество предоставления мультисервисных услуг связи.

3. Предложен метод формирования диапазона пороговых значений показателей качества для проведения оценки качества работы сетевых соединений в сетях с коммутацией пакетов, который, в отличие от методов, основанных на пороговой (дискретной) оценке ухудшения качества, учитывает различные требования со стороны набора услуг к качеству обслуживания сетевым соединением трафика данных, формируемого в мультисервисной сети на различных уровнях модели взаимодействия открытых систем с использованием различных транспортных технологий передачи пакетного трафика.

4. Предложены интегральные показатели качества работы сетевых соединений в сети с коммутацией пакетов, которые, в отличие от показателей, основанных на анализе абсолютных значений, позволяют оценить степень

деградации качества передачи данных при передаче по сетевому соединению неоднородного трафика путем учета величины и длительность превышения значениями показателей сетевой производительности установленных пороговых значений на интервале времени проведения оценки.

5. Предложен метод ретроспективной оценки пригодности сетевых соединений для передачи мультисервисного трафика существующих и перспективных услуг связи с учетом их технологических требований, который дополняет существующие методы текущей оценки качества и позволяет управлять маршрутизацией пакетного трафика путем выбора для передачи трафика сетевого соединения с учетом исторической оценки качества при равенстве значений текущей оценки. Такой подход к управлению маршрутизацией пакетного трафика в мультисервисных сетях связи повышает производительность сетей связи.

Результаты исследований отражены в 14 научных публикациях, 6 из которых в изданиях, входящих в перечень ВАК и 5 публикаций в изданиях, индексируемых в международных базах данных (Scopus). Результаты работы докладывались на 8 научных конференциях.

**Замечания и недостатки диссертационной работы.** В качестве замечаний и недостатков диссертационной работы можно отметить следующее:

1. Метод определения пороговых значений не определяет приоритет использования требований к значениям показателей качества со стороны технических или сервисных показателей.

2. Отсутствуют в явном виде ссылки на диссертационные работы других исследователей. Присутствуют исключительно ссылки на отдельные научные публикации.

3. Следовало бы более подробно описать использование предложенных интегральных показателей для обеспечения функций Application Performance Routing.

Вышеуказанные замечания и недостатки не являются принципиальными, носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным  
Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация Бабкина Владимира Анатольевича является законченной научно-квалификационной работой, посвященной актуальной современной проблематике, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, представляет подтвержденную многолетним применением на сети связи практическую ценность.

Диссертация соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям раздела II «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842), а ее автор, Бабкин Владимир Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Сведения об оппоненте:

Молчанов Дмитрий Александрович, к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН), 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, тел.: +7 (499) 936-87-87, e-mail: molchanov\_da@pfur.ru

Официальный оппонент, к.т.н.



Д.А. Молчанов

Подпись Молчанова Дмитрия Александровича удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого совета РУДН  
профессор



/В.М. Савчин/

21 апреля 2021г.