

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

*на диссертационную работу Кокшенёва Владимира Владимировича «Математические модели процедур управления потоком высоконагруженных транспортных соединений», представленную к защите в Диссертационном Совете Д 212.267.08, созданном на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»*

### **Актуальность темы диссертационной работы**

При расчете и проектировании современных сетей передачи данных и сетевых сервисов каждый раз возникает задача оценки пропускной способности транспортных соединений, решение которой позволяет правильно выбрать и настроить протокол транспортного уровня, подобрать телекоммуникационное оборудование и каналы связи или же провести сравнение фактической пропускной способности соединений с проектируемой. В связи с этим актуальным остается вопрос детального исследования процессов переноса информации в транспортных соединениях.

Математическое моделирование процедур управления передачей транспортных протоколов является актуальным научным направлением. Следует отметить, что большинство известных исследований, связанных с управлением перегрузками, выполнены для источников пульсирующего трафика и учитывают ограниченный набор режимов работы транспортного протокола.

Изложенное выше определяет актуальность и значимость выбранного направления исследований для развития общих методов моделирования процедур управления потоком в транспортном соединении, как в нагруженном, так и в ненагруженном трактах, а также алгоритмов управления перегрузкой транспортного протокола в условиях высокой нагрузки, учитывающих широкий спектр режимов работы транспортного протокола. Ввиду вышеизложенного считаю, что тема диссертационной работы Кокшенёва В.В., а именно, моделирование процедур управления потоком высоконагруженных транспортных соединений, несомненно, является актуальной и соответствует специальности 05.13.11 –

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

### **Характеристика содержания диссертационной работы**

Диссертационная работа Кокшенёва В.В. включает введение с обоснованием актуальности темы диссертации, четыре главы, в которых изложены основные результаты работы, заключение, список литературы и приложение, содержащее акты внедрения и использования результатов диссертационной работы.

Первая глава является вводной. В ней рассматриваются стандартизованные алгоритмы управления потоком и перегрузкой. Дается обзор и краткий анализ существующих математических моделей алгоритмов управления потоком и перегрузкой, а также ставится задача исследований.

Вторая глава посвящена анализу процедур управления потоком для замкнутых трактов передачи данных. Предложены математические модели в виде цепей Маркова с дискретным временем, учитывающие длину тракта, размер окна передачи и длительность тайм-аута ожидания подтверждения, режим формирования подтверждений и вероятности потери пакетов в обоих направлениях тракта.

В третьей главе предложена индикаторная модель асинхронной процедуры управления передачей с селективным режимом отказа в многозвенном тракте в виде двумерной цепи Маркова с дискретным временем, обобщающая модели, представленные во второй главе, на случай трактов передачи с трафиком сторонних абонентов. Модель учитывает влияние протокольных параметров размера окна и длительности тайм-аута ожидания подтверждения, вероятности потери пакетов и распределение длин очередей в транзитных узлах на пропускную способность виртуального соединения.

Четвертая глава посвящена математическим моделям процедур управления перегрузкой, учитывающим режимы медленного старта, обхода перегрузки и быстрого восстановления, селективные и групповые подтверждения, обнаружение потерь по тайм-ауту и подтверждениям-дублям, время круговой задержки и уровень потерь в прямом направлении передачи.

В заключении сформулированы основные научные результаты диссертационной работы.

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

Новизна результатов диссертационной работы Кокшенёва В.В. в части исследований процедуры управления потоком транспортного соединения заключается в учете параметров тайм-аута ожидания подтверждения, длины тракта передачи данных и влияния конкурентного трафика, выраженного в размере встреченной очереди, при моделировании процесса передачи информации. Предложенные математические модели алгоритмов управления

перегрузкой для высоконагруженных транспортных соединений в отличие от известных моделей учитывают такие режимы работы процедуры управления передачей, как режим медленного старта, обхода перегрузки, быстрого восстановления, селективные и групповые подтверждения, обнаружение потерь по тайм-ауту, а также основные функциональные возможности, влияющие на пропускную способность, такие как размер окна и длительность тайм-аута, обнаружение потерь по подтверждениям-дублям.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Теоретическая значимость работы заключается в возможности анализа как средней пропускной способности транспортных соединений, так и характеристик распределения размера окна передачи отправителя. Предложенные подходы можно использовать при моделировании других реализаций протокола транспортного уровня, а представленные результаты при незначительной модификации могут быть использованы для анализа пропускной способности транспортного протокола SCTP (Stream Control Transmission Protocol).

Практическая ценность работы заключается в возможности использования результатов настоящей диссертации (а именно, аналитических формул и математических моделей, а также программного обеспечения на их основе) для вычисления основных операционных показателей протокола транспортного уровня в зависимости от протокольных параметров и сетевых характеристик. Результаты работы могут быть использованы при проектировании сетей передачи данных для обоснования выбора оборудования и каналов передачи данных, при настройке сетевых операционных систем в части конфигурации стека TCP/IP и для сравнения различных реализаций протокола транспортного уровня. Разработанное программное обеспечение может быть использовано при автоматизации тестирования сетевых комплексов, а предложенные математические модели и подходы по их построению могут быть использованы в курсах лекций, посвященных анализу и моделированию процессов переноса информации в телекоммуникационных сетях.

### **Степень обоснованности и достоверности научных выводов**

Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждается строгим математическим анализом с использованием методов теории вероятностей, теории массового обслуживания и цепей Маркова. Совпадение полученных результатов с известными исследованиями других авторов в ряде частных случаев и близость предсказаний предложенных моделей к результатам натурных измерений является дополнительным подтверждением достоверности и обоснованности используемых в работе подходов и методов.

## Недостатки работы

1. Литературный обзор по теме диссертационной работы выполнен в объеме, достаточном для обоснования актуальности темы и новизны полученных автором научных результатов, но могло бы быть больше ссылок на работы отечественных авторов, и на зарубежные источники за последние пять лет.
2. В диссертации получены новые результаты в области построения математических моделей процедур управления потоком высоконагруженных транспортных соединений. Из текста диссертации и автореферата ясно, что проведен численный анализ характеристик моделей. Однако в формулировках новизны отсутствуют результаты проведенного численного анализа.
3. Известно, что на характеристики производительности транспортных протоколов, особенно в условиях ненадежной передачи, существенное влияние оказывает время прохождения сигнала в прямом и обратном направлениях (параметр RTT). Этот параметр учтен при выводе формул и в некоторых примерах численного анализ, но результаты анализа не включены в выводы по диссертационной работе, которые могли бы указать на степень влияния RTT на характеристики производительности высоконагруженных соединений.
4. Судя по теоретическим результатам диссертации, разработанным программным средствам и по актам об использовании результатов, практическая ценность работы могла бы быть сформулирована в автореферате более конкретно. Например, по результатам главы 4 могли бы быть сформулированы рекомендации по настройке стека TCP/IP.
5. В диссертации и в автореферате имеются недостатки редакционного характера. Отсутствует список обозначений, что затрудняет чтения весьма объемной диссертационной работы.

Отмеченные недостатки не снижают научную ценность полученных в работе результатов.

## Заключение

Диссертация Кокшенёва В.В. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей важные результаты, имеющие теоретическую и практическую значимость. В работе решена актуальная задача разработки математических моделей процедур управления потоком в транспортном соединении и алгоритмов управления перегрузкой, учитывающих широкий спектр режимов работы транспортного протокола. Результаты диссертации могут быть использованы при проектировании сетей передачи данных для обоснования выбора оборудования и каналов передачи данных, при настройке сетевых операционных систем, а также для автоматизации тестирования сетевых комплексов. Результаты своевременно апробированы и опубликованы в журналах, рекомендуемых ВАК. Автореферат правильно

отражает содержание диссертационной работы. Считаю, что диссертационная работа соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, и удовлетворяет всем требованиям положения, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы, Кокшенёв Владимир Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

« 20 » февраля 2015 г.

Официальный оппонент,

доцент кафедры прикладной информатики  
и теории вероятностей РУДН,  
кандидат физико-математических наук  
по специальности 05.13.17 –  
«Теоретические основы информатики»,  
доцент

Гайдамака Ю.В.

Подпись Гайдамака Юлии Васильевны заверяю:

Ученый секретарь

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,  
доктор физико-математических наук,  
профессор



Савчин В.М.

Гайдамака Юлия Васильевна,

доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (ФГАОУ ВО РУДН)

Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Тел.: +7 (495) 955 0999

E-mail: ygaidamaka@sci.pfu.edu.ru