

ОТЗЫВ

официального оппонента,

доктора технических наук, профессора Тарасова Вениамина Николаевича на диссертационную работу Масленникова Андрея Геннадьевича на тему: «Разработка метода обработки трафика в очередях маршрутизаторов мультисервисной сети на основе нечёткой логики», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

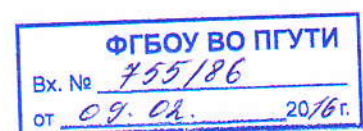
1. Актуальность темы диссертации

Постоянный рост потребностей в скоростях передачи данных и появление новых услуг приводит к неравномерности нагрузки на отдельных участках сети на уровне маршрутизаторов доступа и пограничных маршрутизаторов. Внедрение метода обработки в очередях на основе нечеткой логики, разработанного и описанного автором, особенно важно, поскольку он реализован для открытой платформы и может быть использован как в виртуальном окружении, так и на аппаратном Linux-маршрутизаторе. Результаты экспериментальных тестов показывают превосходство метода на основе нечеткой логики перед традиционными методами Tail Drop и RED, используемыми в маршрутизаторах. Применение эффективных методов обработки трафика в очередях маршрутизаторов позволит предупреждать перегрузки, не допускать переполнение очереди, потери пакетов, увеличения задержек передачи пакетов и джиттера.

2. Оценка научной новизны полученных результатов

В первой главе В первой главе проведён анализ существующих методов обработки трафика в очередях и приведено сравнение их достоинств и недостатков. Анализ различных методов обработки трафика в очередях был проведён в программном комплексе NS-2 (Network Simulator-2).

Во второй главе описаны теоретические основы нечеткой логики, разработан метод обработки трафика в очереди маршрутизатора на основе



нечёткой логики. Построена функция управления, рассчитывающая приращения вероятности сброса пакетов в зависимости от текущей длины очереди и текущей степени нагрузки, разработан и описан регулятор для управления очередью маршрутизатора на основе нечеткой логики, сделаны выводы об эффективности данного метода.

В третьей главе построены математические модели процесса обработки трафика в очереди в системе массового обслуживания с регулятором на основе нечёткой логики. Сделан вывод, что сравнение результатов численного анализа построенной жидкостной модели TCP потока с данными, полученными на имитационной модели NS-2, а также численный анализ математической модели на основе гистерезисного управления нагрузкой с данными, полученными на имитационной модели M/M/1/n, показывает адекватность построенных математических моделей с активным управлением очередью регулятором с нечёткой логикой. Построенные математические модели дают возможность оценивать вероятностно–временные характеристики систем с регулятором на основе нечёткой логики.

В четвертой главе разработанный метод обработки трафика в очередях FLC использован в тестировании маршрутизатора с открытым исходным кодом на базе операционной системы Linux. В главе описаны принципы управления трафиком и структура Linux–маршрутизатора. Сравнение значения джиттера для UDP трафика с постоянной скоростью при использовании методов FLC, RED и Tail Drop показало, что разработанный метод FLC обеспечивает меньшее значение джиттера. Реализация метода FLC на аппаратном Linux–маршрутизаторе дала автору возможность проверить работу разработанного метода в лабораторной сети связи.

Таким образом, научная новизна исследования согласуется с поставленными в диссертационной работе задачами и обусловлена необходимостью улучшения параметров качества обслуживания передачи данных в мультисервисных сетях.

Соискателем вынесены на защиту следующие результаты, имеющие научную и практическую значимость:

1. Построенная имитационная модель позволяет провести сравнительный анализ между различными методами обработки трафика в очереди маршрутизатора, такими как Tail Drop, RED, ARED, PI, REM, AVQ, FLC, при одинаковых условиях в режиме перегрузки и при сложной нелинейной динамике трафика в мультисервисной сети.

2. Результаты имитационного моделирования показали, что существующие методы обработки трафика в очередях допускают значительные колебания длины очереди и тем самым ухудшают показатели качества обслуживания, такие как средняя задержка передачи пакета в сети, джиттер, процент потерянных пакетов и коэффициент использования канала. Методы активного управления с использованием нечёткой логики более подходят для работы в условиях нелинейного, скачкообразного изменения интенсивности нагрузки.

3. Разработанный метод обработки трафика в очереди маршрутизатора на основе регулятора с нечёткой логикой (FLC) способен эффективно предотвращать перегрузку в мультисервисной сети и не допускает переполнения и опустошения очереди, а также обеспечивает стабилизацию длины очереди около заданного эталонного значения со среднеквадратичным отклонением 10% от среднего значения при перегрузке в сети.

4. При обработке TCP-трафика с помощью разработанного контроллера FLC совместно с методом явного уведомления о перегрузке ECN, потери пакетов для длительных TCP-соединениях составили менее 0,03% в режиме перегрузки в сети.

5. Процесс обработки трафика в очереди в маршрутизаторе на базе регулятора с нечёткой логикой впервые описан с помощью математической модели процесса обслуживания с гистерезисным управлением с порогами. Составлена и решена система уравнений равновесия (СУР) этого процесса. Получены выражения для вероятностно-временных характеристик.

6. Численное решение СУР построенной модели с гистерезисным управлением позволяет оценить среднюю длину очереди и среднеквадратичное отклонение в широком диапазоне коэффициента нагрузки, включая режим перегрузки ($\rho > 1$). Построенные математические

модели адекватны системе обслуживания очереди с регулятором на основе нечёткой логики, что подтверждается сравнением с данными имитационного моделирования.

7. Использование метода обслуживания очереди на основе FLC в Linux–маршрутизаторе улучшает параметры качества передачи данных, такие как процент потери пакетов и джиттер, и в режиме перегрузки превосходит характеристики, получаемые при использовании традиционных в маршрутизаторах методов Tail Drop и RED в исследуемом диапазоне характеристик канала передачи данных представляющих практический интерес.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Достоверность научных результатов обеспечивается расчётами с использованием методов математической статистики и теории вероятности. Автор сравнивает аналитические результаты с данными, полученными при имитационном моделировании и с измерениями параметров качества на лабораторном фрагменте сети передачи данных с использованием Linux–маршрутизатора.

4. Практическая ценность и реализация результатов работы

Практическая значимость диссертации заключается в реализации разработанного метода обработки трафика в очередях маршрутизатора в виде программного модуля для Linux–маршрутизаторов, что открывает возможности внедрения нового метода в сетях передачи данных. Применение метода активного управления очередями FLC в пограничных маршрутизаторах на уровне доступа позволяет прогнозировать задержку в очереди, улучшить параметры качества обслуживания эластичного трафика в условиях перегрузки при недостаточной скорости канала передачи данных или при взрывном росте трафика.

Так же стоит отметить, что результаты диссертационной работы использованы в учебном процессе кафедры «Сети связи и системы

коммутации» ФГОБУ ВО МТУСИ и протестированы ЗАО «Датател», что подтверждается соответствующими актами.

5. Апробация диссертации и публикации

Основное содержание и результаты работы докладывались и обсуждались на 7 конференциях: 15-й международной конференции Conference of Open Innovations Association FRUCT (Finnish–Russian University of Cooperation in Telecommunications), (С.–Петербург), 2014г.; международной конференции DCCN–2013 «Распределённые компьютерные и коммуникационные сети: управление, вычисление, связь» (Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Москва); всероссийской конференции с международным участием «Информационно–телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем» (РУДН, Москва) в 2011, 2012 и 2013 годах; 6-й отраслевой научной конференции «Технологии информационного общества» (МТУСИ, Москва), 2012 г.; 11-й международной конференции Conference of Open Innovations Association FRUCT (Finnish–Russian University of Cooperation in Telecommunications), (С.–Петербург), 2012г.; конференции «Телекоммуникационные и вычислительные системы», «Международный форум информатизации», МФИ–2011 (МТУСИ, Москва); XIX международной научно-технической конференции «Информационные Средства и Технологии», ИСТ–2011 (МЭИ, Москва).

По результатам проведенных исследований опубликовано 11 работ, в том числе 2 статьи в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ для публикации результатов диссертационных работ.

6. Оценка структуры, содержания и оформления диссертации

Диссертация написана в форме, позволяющей получить полное и достаточно подробное представление о материалах исследований, проведенных автором. Оформление работы аккуратное, соответствует установленным требованиям.

При использовании сторонних источников в диссертации даются необходимые ссылки.

Основные положения и результаты проведенных исследований обсуждались на международных и всероссийских конференциях. Научные положения, выводы и заключения соискателя по итогам диссертационной работы достаточно полно отражены в своих опубликованных научных статьях.

В диссертации четко определен вклад автора в разработку проблемы в работах, опубликованных коллективно с соавторами.

Полученные в диссертации результаты соответствуют поставленным целям.

Тема диссертации соответствует паспорту заявленной научной специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а именно пунктам:

п.4 - исследование путей совершенствования управления информационными потоками;

п.14 - разработка методов исследования, моделирования и проектирования сетей, систем и устройств телекоммуникаций.

Корректность изложения научного материала, наглядная иллюстрация полученных результатов в виде таблиц, графиков и структурных схем позволяют объективно оценивать содержание, выводы и значимость проведенных научных исследований.

Автореферат кандидатской диссертации Масленникова А.Г. полностью соответствует основному содержанию диссертационной работы.

7. Замечания по диссертации

Следует отметить имеющиеся в диссертационной работе недостатки:

1. В первой главе (рис.1.10, 1.11) понятие трафика путается с интенсивностью трафика.
2. Текст диссертации занимает 100 страниц, из них 43 страницы первая –глава.

3. В работе использована модель СМО М/М/1 с потерями, для которой известны 100 лет В и С формулы потерь Эрланга, в связи с чем возникают следующие вопросы:

а) почему не использованы эти формулы, а решали системы уравнений и проводили имитационные эксперименты?;

б) известно, что модели массового обслуживания работают с законами распределений интервалов поступления и обслуживания. В работе нет обоснования применения данной модели массового обслуживания и нет сведений, подтверждающих распределение интервалов по закону Пуассона. Наоборот, в научной литературе сотни и тысячи подтверждений о непургассоновских входных трафиках.

4. В второй главе «Разработка метода управления очередью на базе нечеткой логики» не дается обоснования выбора метода нечеткого вывода Е. Н. Mamdani.

5. В третьей главе «Разработка математической модели процесса обслуживания пакетов в маршрутизаторе с управлением на базе нечеткой логики» нет обзора используемых математических моделей и их областей применения.

6. Полученное решение нуждается в тестировании в более широком диапазоне параметров: скорости передачи данных и задержек в канале.

7. Мало публикаций в журналах, рекомендованных ВАК.

В целом, указанные недостатки не снижают положительной оценки диссертационной работы.

8. Общая оценка диссертационной работы

Диссертация Масленникова А.Г. «Разработка метода обработки трафика в очередях маршрутизаторов мультисервисной сети на основе нечёткой логики» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научном уровне.

Задача актуальна, решение обладает научной новизной, является законченным трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком

научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Оформление и структура работы соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к диссертационным исследованиям, хорошо структурирована, написана хорошим научным языком. Выводы отражают основные результаты, полученные автором.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Масленников Андрей Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент

Заведующий кафедрой «Программное обеспечение и управления в технических системах» ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ)»
доктор технических наук, профессор

В.Н. Тарасов

09.02.2016

Подпись Тарасова В.Н. заверяю:

Секретарь ученого совета ПГУТИ

к.э.н., доцент

О.В. Витевская

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ)», 443010, г. Самара, ул., Льва Толстого, д. 23
т. 8 (846) 228-00-13, E-mail: tarasov-vn@psuti.ru

Специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ