

Федеральное государственное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление»
Российской академии наук»
(ФИЦ ИУ РАН)

Россия, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д.44, корп.2
Тел. 8 (499) 135-62-60, факс 8 (495) 930-45-05
E-mail: ipiran@ipiran.ru <http://www.ipiran.ru>

От _____ № _____

На № _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора Федерального
государственного учреждения «Федеральный
исследовательский центр «Информатика и
управление» Российской академии наук»,
д-р. техн. наук, проф.



А.А. Зацаринный
2016 года

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **Кирьянова Антона Геннадьевича «Разработка и моделирование методов, применяемых в протоколах канального уровня сетей Wi-Fi для доставки видеопотоков реального времени», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»**

Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации обусловлена растущей популярностью сервиса передачи видеопотоков реального времени по беспроводным компьютерным сетям, что, в свою очередь, приводит к повышению требований, предъявляемых к этим сетям и, соответственно, к необходимости разработки и исследования новых методов и протоколов, которые позволили бы обеспечить выполнение данных требований. В диссертационной работе автор рассматривает перспективную и популярную технологию построения беспроводных сетей на базе стандарта IEEE 802.11 (Wi-Fi).

Одной из ключевых составляющих, определяющих эффективность работы беспроводной сети, а также выполнение требований к качеству обслуживания передаваемых данных, являются механизмы канального уровня, которые, в частности, определяют алгоритм управления очередью пакетов и метод множественного доступа станций сети к беспроводному каналу. Стандартом IEEE 802.11 предусмотрено использование как метода случайного доступа, так и метода детерминированного доступа, различные аспекты которых рассмотрены автором в диссертации применительно к передаче видеопотоков реального времени.

В связи с этим можно считать актуальной и обоснованной цель работы, заключающуюся в разработке и моделировании методов, применяемых на уровне доступа к каналу в сетях Wi-Fi для доставки видеопотоков реального времени с выполнением требований к качеству обслуживания.

Структура и содержание работы

Диссертация А.Г. Кирьянова состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи диссертации, приведены новые научные результаты и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе изложены важные принципы передачи видеопотоков по сети. При этом основное внимание уделено описанию механизмов канального уровня, используемых в сетях Wi-Fi. Рассмотрены важные вопросы, связанные с выполнением требований к качеству обслуживания видеопотоков реального времени, а также методики оценки качества полученного видеоизображения. Первая глава содержит достаточно подробный анализ предыдущих исследований, который подтверждает актуальность и значимость поставленных в диссертации задач.

Во второй главе А.Г. Кирьянов рассматривает передачу видеопотока реального времени по сети Wi-Fi с использованием механизма случайного доступа. Исследуется распространенный сценарий, в котором точка доступа сети Wi-Fi передает несколько видеопотоков различным получателям, при этом на некотором промежутке времени качество соединения с каким-то из получателей существенно ухудшается. Использование стандартного алгоритма FIFO (от англ. First In, First Out – первым пришел – первым обслужен) управления очередью приводит к проблеме блокировки очереди. Автор детально анализирует возникающую проблему и в качестве ее решения разрабатывает оригинальный алгоритм управления очередью, который учитывает важные особенности передачи видеопотока реального времени по беспроводной сети, благодаря чему применение данного алгоритма во многих сценариях позволяет обеспечить передачу видеопотоков всем получателям практически без каких-либо искажений. Кроме этого, автором также разработана аналитическая модель предложенного алгоритма управления очередью, с помощью которой проведено исследование данного алгоритма и получено подтверждение его эффективности.

Третья и четвертая главы посвящены исследованию механизма детерминированного доступа для передачи видеопотоков реального времени. Использование данного механизма означает резервирование парой станций временных интервалов, в течение которых станция-передатчик получает прерогативу при доступе к каналу. Ключевым вопросом здесь является определение минимального объема канального ресурса, резервирование которого позволило бы осуществить передачу видеопотока с выполнением требований к качеству обслуживания.

В третьей главе для передачи одного видеопотока автор предлагает динамически изменять объем зарезервированного канального ресурса и разрабатывает несколько алгоритмов, которые позволяют определить требуемый объем канального ресурса. В диссертации показано, что частые изменения в объеме зарезервированного ресурса, которые возникают из-за переменной интенсивности передаваемого видеопотока, приводят к росту объема недоступного для других станций канального ресурса. Для борьбы с этим эффектом в диссертации разработаны алгоритмы, резервирующие ресурс с меньшими флуктуациями, что позволяет уменьшить объем недоступного для других станций канального ресурса. Для изучения и сравнения предложенных в диссертации алгоритмов в третьей главе разработана аналитическая модель передачи видеопотока по сети с помощью механизма детерминированного доступа. Отметим, что модель позволяет исследовать передачу потока по сети при использовании произвольного алгоритма резервирования ресурса (необязательно из тех, что предложены в диссертации). Автором также исследовано влияние способа инкапсуляции видеокадров в пакеты транспортного уровня на объем фактически занятого канального ресурса. Показано, что использование технологии MPEG-TS в процессе инкапсуляции позволяет уменьшить резкие колебания интенсивности передаваемого видеопотока, что приводит к уменьшению объема фактически занятого канального ресурса. В третьей главе также изучено влияние частоты рассылки служебной информации о резервированиях на суммарный объем потребленного канального ресурса с учетом накладных расходов на рассылку этой информации, а также на возможность обеспечения требований к качеству обслуживания передаваемого потока. Полученные результаты имеют важное значение и позволяют уменьшить объем занятого канального ресурса, обеспечив при этом выполнение требований к качеству обслуживания.

В четвертой главе рассматривается вопрос резервирования ресурса для передачи сразу нескольких потоков, при этом предлагается резервировать ресурс не для каждого потока в отдельности, а для всех потоков в целом, т.е. для мультиплексированного потока. Вместо постоянной динамической подстройки объема зарезервированного канального ресурса предлагается резервировать фиксированный объем ресурса, изменять который следует лишь в редких случаях. В четвертой главе с использованием аппарата цепей Маркова разработана аналитическая модель передачи нескольких потоков при помощи общего периодического резервирования. В диссертации показано, как с помощью данной модели можно выбрать параметры резервирования, чтобы минимизировать занятый канальный ресурс и выполнить требования к качеству обслуживания для каждого из передаваемых потоков. Продемонстрировано, что использование общего резервирования для передачи нескольких потоков позволяет снизить объем занятого канального ресурса до

двух раз по сравнению со случаем, когда для каждого из потоков устанавливаются индивидуальные резервирования. Также проведено исследование разработанной аналитической модели к чувствительности входных параметров, результаты которого показали, что резервирование канального ресурса даже с небольшим запасом в 10% позволяет обеспечить выполнение требований к качеству обслуживания передаваемых потоков даже при существенной ошибке в определении качества беспроводного канала с каким-либо из получателей.

В заключении кратко излагаются наиболее важные результаты диссертационной работы.

Научная новизна

Предложена и исследована оригинальная дисциплина обслуживания очереди канального уровня в сети Wi-Fi, позволяющая улучшить качество передачи видеопотоков реального времени в случае кратковременных ухудшений качества соединения с одним или несколькими получателями.

Разработаны новые алгоритмы динамического резервирования канального ресурса при передаче видеопотоков реального времени, принимающие во внимание задержку при установлении и отмене резервирований, а также аналитическая модель для оценки эффективности различных алгоритмов динамического резервирования.

Разработана аналитическая модель передачи нескольких видеопотоков с помощью общего периодического резервирования, которая позволяет при заданном ограничении на время доставки пакета и периоде резервирования определить долю потерянных пакетов для каждого из передаваемых потоков.

Теоретическая значимость и практическая ценность

Разработанные в диссертации аналитические модели позволяют исследовать процесс передачи видеопотоков реального времени по беспроводной сети и оценивать показатели качества передачи видеопотоков. Предложенные в диссертации новые методы, применяемые в протоколах канального уровня, позволяют осуществить передачу видеопотока по сети с выполнением требований к качеству обслуживания и при этом снизить затраченный канальный ресурс.

Теоретические и практические результаты диссертационной работы используются в НИР, выполняемых ИППИ РАН в рамках проектов ОНИТ РАН, РФФИ, РФФИ, а также в учебном процессе на базовой межфакультетской Кафедре проблем передачи информации и

анализа данных МФТИ при ИППИ РАН. Результаты внедрений подтверждены соответствующими актами.

Полученные в диссертации результаты имеют важное значение для обеспечения качества обслуживания мультимедийного трафика в сетях Wi-Fi.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты работы рекомендуется использовать в НИР и НИОКР, направленных на разработку новых высокоскоростных систем беспроводной связи, применяемых для передачи мультимедийной информации, а также в научно-практической и педагогической работе, проводимой в ИППИ РАН, МФТИ (факультет радиотехники и кибернетики), ФИЦ ИУ РАН, ИПС РАН, МИФИ, ГУАП, Университете ИТМО и других научных и производственных организациях, занимающихся исследованиями и разработкой в области телекоммуникаций.

Полнота опубликованных научных результатов

Полученные в диссертационной работе результаты опубликованы в 12 печатных работах, среди которых 7 статей в рецензируемых изданиях, которые входят в перечень ВАК, и 5 статей в сборниках трудов конференций.

Замечания к диссертационной работе

В качестве недостатков работы обращаем внимание на следующее.

1. Разработанная в главе 2 аналитическая модель позволяет определить только долю потерянных пакетов при передаче видеопотоков, в то время как при проведении имитационного моделирования качество полученного видеоизображения оценивается с помощью объективной метрики оценки качества видеоизображения. В диссертации не показана связь между этими величинами.
2. В главе 4 при исследовании чувствительности разработанной аналитической модели к вероятности неуспешной попытки передачи пакета рассматривается наличие ошибки в оценке вероятности только для одного из получателей, хотя в реальных системах связи каждая из вероятностей будет оценена с некоторой ошибкой.
3. По тексту диссертации имеются замечания редакционного характера.

Заключение

Вышеперечисленные недостатки не оказывают влияния на общую положительную оценку работы. Диссертация написана четким, ясным языком и правильно структурирована. Основные результаты работы своевременно опубликованы, в том числе в семи статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Автореферат правильно отражает содержание диссертационной работы и полученные выводы. В научно-квалификационной работе решена актуальная научная задача по разработке и моделированию методов, применяемых в протоколах канального уровня сетей Wi-Fi для доставки видеопотоков реального времени, имеющая существенное значение для организации передачи мультимедийной информации с соблюдением требований к качеству обслуживания в беспроводных сетях.

Диссертационная работа Кириянова Антона Геннадьевича «Разработка и моделирование методов, применяемых в протоколах канального уровня сетей Wi-Fi для доставки видеопотоков реального времени» является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям «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 заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по этой специальности.

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на совместном заседании отделов №17 и №33 ФИЦ ИУ РАН, Протокол №2 от 1 ноября 2016 года.

Босов Алексей
Вячеславович

д.т.н. ГНС ФИЦ ИУ РАН
тел. 8(499)135-20-46



Волович Константин
Иосифович

СНС ФИЦ ИУ РАН
тел. 8(499)135-43-20



Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской академии наук

Адрес: 119333, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2

Телефон: (499) 135-62-60

Адрес электронной почты: ipiran@ipiran.ru

Адрес официального сайта: <http://www.frccsc.ru/>