

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Пастушка Игоря Анатольевича на тему

### **«Исследование и разработка алгоритмов распределения ресурсов радиоканала для адаптивной потоковой передачи видеоданных»**

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

#### **1. Актуальность темы диссертации**

В диссертации Пастушка И.А. рассматривается задача определения, вычисления и построения численных оценок производительности алгоритмов распределения ресурсов радиоканала для адаптивной потоковой передачи видео по протоколу HTTP и разработки алгоритмов планирования распределения ресурсов, чья производительность близка к максимально возможной производительности алгоритмов планирования. Что свидетельствует о достаточно высокой актуальности данной диссертации.

#### **2. Содержание диссертации**

Диссертация Пастушка И.А. состоит из четырех разделов и четырех приложений.

В **первом разделе** выполнен обзор технологий передачи видео по протоколу HTTP, методик и показателей производительности систем связи при использовании указанных технологий. Автором последовательно изложен анализ протокола прикладного уровня передачи видео DASH и реализации опорного видеоплеера Dash.js, соответствующего данному стандарту. Далее проведен обзор известных методик оценки качества восприятия видео при его передаче по каналам связи. Краткое описание проделанного обзора представлено в форме сводной таблицы в приложении А.

Во **втором разделе** вводится модель беспроводной централизованной системы при передаче видео по протоколу HTTP и устанавливается взаимосвязь характеристик системы связи и воспроизведения видео. Новизна модели заключается в представлении беспроводной централизованной системы связи в виде замкнутой системы массового обслуживания с конечным числом абонентов, что делает возможным проведение исследования производительности таких систем. Исследование отразилось в найденной



взаимосвязи, которая описывает количественное соотношение параметров и характеристик модели.

В **третьем разделе** рассматривается неадаптивная технология передачи видео и проводится анализ производительности алгоритмов планирования для критерия «нормированное отношение длительностей буферизации и просмотра». На основе проведенного анализа предложен алгоритм планирования, а его производительность сравнена с результатами анализа. Сравнение производительности выполнено в системе моделирования ns-3, которая полностью реализует все сетевые протоколы и систему LTE. Используемые параметры моделирования приведены в приложении Б. Таким образом, проведенное сравнение обладает высокой достоверностью.

**Четвертый раздел** представляет анализ производительности алгоритмов планирования для критерия «отношение длительностей буферизации и просмотра» с учетом битовой скорости видеопотока при адаптивной технологии передачи видео по протоколу H.264. Предлагается алгоритм вычисления нижней границы для указанного критерия, который был получен путем решения оптимизационной задачи невыпуклого программирования с ограничениями типа неравенства.

### **3. Новизна, степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Новизна результатов диссертации состоит в новом подходе к оценке производительности беспроводных централизованных сетей, позволяющем без затрат вычислительных мощностей определить численные показатели максимально возможной производительности алгоритмов распределения ресурсов радиоканала для заранее заданного сценария. Применение данного подхода нашло место в следующих результатах:

- алгоритм вычисления нижней границы нормированного отношения длительностей буферизации и просмотра при неадаптивной передаче видеоданных;
- алгоритм распределения ресурсов радиоканала, обладающий большей производительностью, чем ранее известные алгоритмы, для критерия нормированного отношения длительностей буферизации и просмотра при неадаптивной передаче видеоданных;
- алгоритм вычисления нижней границы отношения длительностей буферизации и просмотра с учетом средней битовой скорости видеопотока при адаптивной передаче видеоданных.



Результаты и выводы диссертации согласуются с другими известными результатами, основаны на корректных моделях и продемонстрированы в полном объеме. Это позволяет заключить, что результаты и выводы диссертации Пастушка И.А. достаточно обоснованы и достоверны.

#### **4. Научная и практическая значимость результатов**

Основные научные результаты представляются следующим списком.

1. Новая модель беспроводной централизованной системы при передаче видео по протоколу НТТР, учитывающая изменчивость состояния беспроводного канала. Взаимосвязь характеристик беспроводной системы и воспроизведения видео для предложенной модели.
2. Нижняя граница нормированного отношения длительностей буферизации и просмотра при неадаптивной передаче видео по протоколу НТТР.
3. Алгоритм распределения ресурсов радиоканала для нормированного отношения длительностей буферизации и просмотра при неадаптивной передаче видео по протоколу НТТР, который имеет производительность близкую к нижней границе и большую практическую значимость.
4. Нижняя граница отношения длительностей буферизации и просмотра с учетом средней битовой скорости видеопотока при адаптивной передаче видео.

Нижние границы для рассмотренных критериев качества при передаче видео предлагаются впервые.

#### **5. Характеристика работы в целом**

Диссертация хорошо и грамотно структурирована, для каждого утверждения и теоремы приведены доказательства.

Автореферат полностью отражает результаты диссертации.

#### **6. Апробация результатов**

Результаты диссертации опубликованы в 12 научных публикациях, среди которых статья в международном журнале IEEE Wireless Communications Letters, который входит в первый квантиль журналов Web of Science. Также в приложении Г приведены акты внедрения результатов диссертации в учебном процессе и индустрии.

## **7. Замечания по работе**

При описании замкнутой системы массового обслуживания с конечным числом абонентов (заявок) говорится, что заявка абонента становится в очередь бесконечного размера. Однако в таких моделях количество заявок равняется конечному числу абонентов, следовательно, для их хранения не требуется бесконечная емкость очереди. Логичнее было бы указать, что заявки в такой системе не теряются.

При демонстрации результатов работы в системе моделирования NS-3 предполагается использовать информацию о типе трафика, однако, из-за шифрования трафика в реальных системах получить информацию о типе трафика весьма затруднительно.

В таблице 1.4 использовано сокращение «сек», не соответствующее ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

В диссертации имеются отдельные стилистические неточности, связанные с несогласованностью некоторых предложений.

В диссертации представлено исследование производительности алгоритмов распределения ресурсов радиоканала при неадаптивной передаче видеоданных по протоколу НТТР для критерия «нормированное отношение длительностей буферизации и просмотра», но не приведены результаты исследования производительности алгоритмов распределения ресурсов радиоканала при адаптивной технологии передачи видеоданных для данного критерия.

Указанные замечания несущественно снижают качество диссертации и некоторые из них могут считаться пожеланиями к дальнейшим научным исследованиям в этой предметной области.

## **8. Заключение**

Представленные в диссертации Пастушка И.А. новые результаты в области передачи видео и беспроводных систем связи дают возможность утверждать, что задача определения, вычисления и построения численных оценок производительности алгоритмов распределения ресурсов радиоканала для адаптивной потоковой передачи видео по протоколу НТТР и разработки алгоритмов планирования распределения ресурсов была успешно решена.



Таким образом, диссертация Пастушка И.А. «Исследование и разработка алгоритмов распределения ресурсов радиоканала для адаптивной потоковой передачи видеоданных» является завершенной научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения научных степеней» по специальности 05.12.13. Пастушок Игорь Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Официальный оппонент,  
доцент кафедры Вычислительной техники,  
Университета ИТМО, кандидат техн. наук  
E-mail: lamuravyeva-vitkovskaya@corp.ifmo.ru

Л.А. Муравьева-Витковская

Тел. +7 (812) 233-24-76

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО)

Почтовый адрес: 197101, Санкт-Петербург, пр. Кронверкский, д. 49.

Муравьевой - Витковской Л.А.  
Специалист ОК  
Университета ИТМО  
Игорь Пастушок  
25.01.2018г.