

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Горбачевой Любови Сергеевны

«Исследование характеристик трафика и качества обслуживания для роботов-манипуляторов в сетях связи с ультрамалыми задержками»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Современные сети связи должны поддерживать большое количество разнообразных услуг и сервисов, среди которых помимо традиционных услуг передачи данных, голоса и видео можно отметить услуги дистанционного управления различными техническими системами, в т.ч. робототехническими комплексами. Широкомасштабное предоставление новых телекоммуникационных услуг и сервисов, предполагаемое в рамках внедрения и развития сетей пятого и последующих поколений, требует проведения дополнительных исследований. Это относится и к услугам передачи голографических изображений, и к услугам сверхточного позиционирования, и к услугам телеприсутствия.

Диссертационная работа посвящена исследованию характеристик трафика и качества обслуживания для роботов-манипуляторов в сетях связи с ультрамалыми задержками. В этой связи тема и полученные результаты диссертационного исследования представляются весьма актуальными.

Достоверность результатов исследования подтверждается корректным применением математического аппарата, методов теории телетрафика, математическим моделированием, результатами натурных экспериментов на базе модельной сети, а также широким обсуждением полученных результатов на международных и отечественных конференциях и семинарах.

Основные результаты диссертации, обладающие научной новизной:

1. Экспериментальным путем на модельной сети определено предельное значение расстояния в 115 км, на котором наблюдается устойчивое функционирование робота-манипулятора для приложений вакуумного захвата, механического захвата и черчения в сети связи общего пользования.
2. Определены характеристики трафика (количество пакетов/с, средний размер пакета в байтах и скорость передачи данных в бит/с), поступающего на сеть связи общего пользования от роботов-манипуляторов для приложений вакуумного захвата, механического

захвата и черчения при использовании существующего протокола с накоплением команд в буфере клиента.

3. Разработан метод управления параметрами обмена и протокол прикладного уровня для роботов-манипуляторов, который в отличие от существующих методов и протоколов для управления роботами по сети связи общего пользования использует передачу серии команд, число которых оптимизировано по эффективности использования канала связи, что позволяет повысить эффективность использования сетевых ресурсов (канала), например, при вероятности ошибки выполнения команды роботом 0,001 на величину более чем 74%. Величина выигрыша повышается с ростом ошибки выполнения команд.

Судя по автореферату полученные в диссертации результаты представляют значительный теоретический интерес и позволяют утверждать, что автор успешно решил поставленную в диссертационном исследовании задачу: исследовать характеристики сетевого трафика и качества обслуживания для роботов-манипуляторов в сетях связи с ультрамалыми задержками.

Результаты работы могут иметь большое практическое применение, в том числе в проектных организациях и у операторов связи для планирования, разработки и внедрения в рамках развертывания сетей пятого и последующих поколений услуг телеприсутствия, основанных на использовании роботов-манипуляторов в промышленности, сельском хозяйстве, сфере услуг и развлечений, и т.д.

По автореферату имеются следующие замечания:

- На странице 12 на рисунке 31 «Структура модельной сети сегмента роботов-манипуляторов» показана подключенная к сети передачи данных камера, которая позволяет оператору следить за выполнением команд роботом-манипулятором. Однако не представлена ни модель использованной камеры, ни её характеристики, которые, вероятно, должны быть достаточно высокими для удовлетворительной визуальной удаленной оценки выполнения роботом-манипулятором поступающих команд.
- На странице 18 при описании разработанного автором сетевого протокола прикладного уровня SRMP не представлено описание форматов сообщений (с описанием используемых в заголовках сообщений полей), используемых этим протоколом для обмена данными. Для разработанного протокола не указан рекомендованный протокол транспортного уровня, который должен обеспечивать передачу данных.
- На странице 15 представлена таблица с характеристиками перехваченного сетевого трафика для базового сценария, в то время как далее на 19 странице представлена таблица с характеристиками трафика, генерируемого при

использовании разработанного алгоритма обмена (протокола). Однако не представлены итоги сравнения, показывающие процентный выигрыш от практического внедрения предложенного алгоритма обмена (протокола) для исследуемых характеристик сетевого трафика.

Отмеченные замечания не влияют на положительное впечатление о работе и ее общую положительную оценку. Судя по автореферату, диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Горбачева Любовь Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Заместитель директора по науке

Института информатики,

математики и робототехники

к. т. н., Доцент



А. С. Ковтуненко

Сведения о лице, подготовившем отзыв: Ковтуненко Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, Доцент, доцент кафедры информатики, заместитель директора по науке института информатики, математики и робототехники ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, дом 32; тел. +7(960)3803010, E-mail: askovtunenko@mail.ru



Подпись *Ковтуненко А.С.*  
достоверно «21» *21* 20*23*  
начальник общего отдела УНИТ 