

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.199.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ИНСТИТУТА  
ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета 15.12.2016 г. № 1

О присуждении Савельеву Антону Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Архитектуры, алгоритмы и программные средства обработки потоков многомодальных данных в пиринговых веб-приложениях видеоконференцсвязи» по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» принята к защите 10 октября 2016 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 002.199.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия В.О., дом 39, утвержден приказом Рособнадзора номер 2472-618 от 8 октября 2010 года.

Соискатель Савельев Антон Игоревич, 1990 года рождения, в 2012 г. окончил Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения по специальности «Роботы и робототехнические системы» (диплом № К 30449), с 2012 года является соискателем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), закончил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов № 8/198, выдано в 2016 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Санкт-Петербургским институтом информатики и автоматизации Российской академии наук. В настоящее время Савельев Антон Игоревич работает научным сотрудником лаборатории речевых и многомодальных

интерфейсов в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук.

Диссертация выполнена на базе лаборатории речевых и многомодальных интерфейсов в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор РОНЖИН Андрей Леонидович, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук, заместитель директора по научной работе, руководитель лаборатории автономных робототехнических систем.

**Официальные оппоненты:**

МАТВЕЕВ Юрий Николаевич, доктор технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, заведующий кафедрой речевых информационных систем;

ОДОЕВСКИЙ Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного», профессор кафедры сетей связи и систем коммутации дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУРАН), г. Москва в своем положительном заключении, подписанном Фархадовым Маис Паша Оглы, доктором технических наук, заведующим лабораторией «Автоматизированных систем массового обслуживания и обработки сигналов» и утвержденном Барабановым И.Н., заместителем директора по научной работе, указала, что в целом диссертационная работа А.И. Савельева представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, отличается научной новизной и практической значимостью полученных результатов. Автором сформулирована и решена важная научная задача разработки архитектур, алгоритмов и программных средств автоматической обработки потоков

данных в пиринговых веб-приложениях видеоконференцсвязи, обеспечивающих сокращение объема передаваемых данных и снижение потребляемых ресурсов сервера и клиентских устройств при многоканальной обработке многомодальных потоков данных. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация Савельева А.И. отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11: «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Соискатель имеет 30 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 18 работ, из них опубликованных в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, – 6.

Основные научные результаты по теме диссертации опубликованы в 15 научных трудах общим объемом 8,69 п.л., из которых 13 статей объемом 7,24 п.л., выполнены в соавторстве, а 2 статьи объемом 1,45 п.л. – лично. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Савельев, А.И.** Алгоритмы обработки данных в контролируемых аккаунтах системы видеоконференцсвязи / **А.И. Савельев** // Информационно-управляющие системы. — 2016. — № 3. — С 15-23.
2. **Савельев, А.И.** Архитектура обмена данными без потерь в пиринговом веб-приложении видеоконференцсвязи / **А.И. Савельев**, М.В. Прищепа // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. — 2014. — № 2(32). — С. 238–245. *Личный вклад соискателя – 75%*.
3. **Савельев, А.И.** Архитектура и программные средства системы сопровождения распределенных мероприятий / В.Ю. Будков, М.В. Прищепа, Ал.Л. Ронжин, **А.И. Савельев** // Научный вестник НГТУ. — 2014. — № 3(56). — С. 96–107. *Личный вклад соискателя – 50%*.
4. **Савельев, А.И.** Оптимизация алгоритмов распределения потоков мультимедийных данных между сервером и клиентом в приложениях видеоконференцсвязи / **А.И. Савельев** // Труды СПИИРАН. — 2013. — № 8(31). — С. 61–79.

5. **Saveliev, A.I.** Algorithms and Software Tools for Distribution of Multimedia Data Streams in Client Server Videoconferencing Applications / **A.I. Saveliev**, A.L. Ronzhin // Pattern Recognition and Image Analysis. — Springer, 2015. — vol. 25. — no. 3. — pp. 517–525. *Личный вклад соискателя – 75%.*

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 94% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено.

На автореферат диссертации поступило 8 отзывов, все отзывы положительные:

1) Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. Отзыв составил профессор кафедры электроники, вычислительной техники и информационной безопасности, доктор технических наук, профессор Еременко В. Т. Замечания: В четвертой главе автор проводит тестирование разработанного веб-приложения видеоконференцсвязи в сравнении с существующими аналогичными продуктами, однако аналогичные продукты рассматриваются в виде нативных приложений, что не совсем корректно, поскольку процессы потребления вычислительных ресурсов нативными приложениями и веб-приложениями различаются. В списке литературы нет публикаций в трудах российских конференций. Также в тексте автореферата есть незначительные опечатки и ошибки форматирования.

2) Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Отзыв составили профессор кафедры оптимизации систем управления, Института кибернетики, доктор технических наук, профессор Силич В. А. Замечания: Из формулировки пункта 4 научной новизны не понятно впервые ли разработана подобная методика, и если нет – то чем она отличается от аналогов. На странице 5 автореферата в абзаце, посвященному второй главе, в формуле  $A = \{A_\chi, \chi \in ST\}$  не раскрыто обозначение  $ST$ . В тексте присутствуют грамматические ошибки и опечатки, например, на странице 7 в последнем абзаце «...перед формирования...»; на странице 8 в первом абзаце «...происходит выполняется алгоритм...» и т.д. На странице 10

автореферата употреблена иностранная аббревиатура API, но не приводится ни ее расшифровки, ни соответствующего пояснения.

3) Рязанский государственный радиотехнический университет. Отзыв составил доцент кафедры радиоуправления и связи, кандидат технических наук, доцент Дмитриев В. Т. Замечания: Недостаточно подробно раскрыта степень разработанности темы, в части специализированных систем видеоконференцсвязи. Недостаточно подробно раскрыт раздел «методология и методы исследования». Имеются незначительные стилистические огрехи и опечатки, например, в таблице 1 единицы измерения объема памяти указаны по-русски, а в таблице 2 по-английски (стр. 14).

4) Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Отзыв составил заведующий кафедрой автоматизированных и информационных систем управления, доктор технических наук, профессор Еременко Ю. И. Замечания: Из текста автореферата не ясно, что автор подразумевает под понятием «распределенные гетерогенные клиентские устройства». Насколько разработанные технологии применимы в других областях, не связанных с системами видеоконференцсвязи? Не ясно, подстраивается ли динамически качество аудиовизуального потока под канал связи? Недостаточно раскрыт вопрос работы разработанных программных средств в условиях высоких помех и потери сигнала.

5) Новосибирский государственный технический университет. Отзыв составила заведующая кафедрой экономической информатики Новосибирского государственного технического университета доктор технических наук, профессор Авдеенко Т. В. Замечания: С нашей точки зрения, недостатком автореферата является то, что для оценки новизны представленных результатов читатель должен хорошо ориентироваться в достаточно узких областях теории передачи данных и существующих архитектурах пиринговых сетей. Из текста автореферата довольно трудно понять, какие утверждения являются новыми. Значительным усилением автореферата была бы, к примеру, таблица с примерами сравнения разработанных автором архитектур с существующими аналогами. Надеемся, что такая таблица имеется в диссертации.

6) Санкт-Петербургский филиал «Ленинградское отделение центрального научно-исследовательского института связи» (Филиал ФГУП ЦНИИС – ЛО ЦНИИС). Отзыв составил начальник научно-технического центра синхронизации сетей электросвязи, кандидат технических наук, Горбач А. Н. Замечания: Содержание автореферата кратко повторяет диссертацию, что приводит к некоторой смазанности постановки научной задачи и формулировки научных результатов. В описании второй главы отсутствует диаграмма взаимодействия модулей серверной части приложения. На рисунке 8 подписана только часть логических связей, что затрудняет понимание материала. В данном случае, в тексте следовало дать пояснения по передаваемым данным между модулей.

7) Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина». Отзыв составил главный научный сотрудник, доктор медицинских наук Усов В. М. Замечания: В качестве основной цели исследования автор выбрал разработку архитектур и алгоритмов обработки потоков многомодальных данных. Вместе с тем, в автореферате не приведено достаточное сравнение разработанных автором алгоритмов с аналогичными алгоритмами обработки потоков данных. Не приведены конкретные результаты функционального и нагрузочного тестирования логики работы приложения видеоконференцсвязи. В целом автореферат оформлен хорошо. Особенно удачно приведены рисунки, дающие наглядное представление об архитектуре видеоконференцсвязи и разработанных алгоритмах. Однако в автореферате имеются незначительные орфографические и пунктуационные ошибки.

8) ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет. Отзыв составил профессор кафедры систем автоматизации проектирования и управления СПбГТИ(ТУ), доктор технических наук, профессор Большаков А. А. Замечания: Неясно, решалась ли в диссертационном исследовании задача (3), которая в общем случае является многокритериальной и относится она к оптимальному управлению, т.е. решается во времени или оптимизации? Целесообразно на разработанные программы оформить свидетельства на программы для ЭВМ.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н., Матвеев Ю. Н. является известным ученым в области биометрических систем и

проектирования речевых технологий; д.т.н., профессор Одоевский С.М. – известный специалист в области телекоммуникаций и методов передачи данных; ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУРАН), является известной как в России, так и за рубежом организацией в области разработки и создания систем массового обслуживания, управления сложными техническими комплексами и технологий человеко-машинного взаимодействия.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны:**

- оригинальные архитектуры клиентской и серверной частей приложения видеоконференцсвязи, отличающиеся применением сигнального сервера и пиринговой коммуникации клиентов, обеспечивающие кроссплатформенность и сокращение количества промежуточных узлов для потоков многомодальных данных с учетом ограниченных вычислительных и сетевых встроенных ресурсов гетерогенных устройств абонентов;

- алгоритмы взаимодействия клиентской и серверной частей системы видеоконференцсвязи, отличающиеся поддержкой взаимодействия групп клиентов по протоколу WebRTC, распределением передаваемых мультимедийных данных по категориям, обработкой служебных данных на сервере;

**предложена** математическая модель синтеза архитектур пиринговых многопользовательских систем видеоконференцсвязи;

**введена** новая методика тестирования пиринговых систем видеоконференцсвязи, включающая алгоритмы функционального тестирования, набор тестов, оценивающих потребляемые ресурсы и ручное тестирование;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**приведено** формальное описание задачи синтеза архитектур клиентской, серверной частей и обмена данными в пиринговых многопользовательских системах видеоконференцсвязи, а также разработанных архитектур и алгоритмов;

**применительно к проблематике диссертации результативно** (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

**использованы** методы теории передачи данных, методы цифровой обработки сигналов, теории информации, теории множеств, теории объектно-ориентированного проектирования и программирования;

**изложены** методологические и методические основы синтеза архитектур клиентской, серверной частей и обмена данными в пиринговых многопользовательских системах видеоконференцсвязи;

**раскрыты** проблемные аспекты применения имеющихся подходов в области разработки систем видеоконференцсвязи и передачи мультимедийной информации;

**изучены** существующие методы и подходы к созданию архитектур, алгоритмов взаимодействия отдельных частей и способов передачи мультимедийной информации в системах видеоконференцсвязи;

**проведена модернизация** существующей алгоритмической основы взаимодействия клиентской и серверной частей системы видеоконференцсвязи с поддержкой взаимодействия групп клиентов по протоколу WebRTC, распределением передаваемых мультимедийных данных по категориям, обработкой служебных данных на сервере.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработаны и внедрены** (указать степень внедрения) следующие результаты диссертационной работы:

1) Архитектуры, алгоритмы и программные средства предназначены для обработки мультимедийной информации между удаленными участниками видеоконференцсвязи напрямую без использования промежуточного сервера. На основе предложенных соискателем алгоритмов распределения мультимедийных потоков данных в клиент-серверных приложениях видеоконференцсвязи разработаны новые решения для видеоконференцсвязи, обеспечивающие быструю передачу мультимедийных данных от одного клиента к другому. Эти результаты использованы в ООО «Стэл КС»;

2) Программные и технические решения, реализующие обработку потоков многомодальных данных в пиринговых веб-приложениях видеоконференцсвязи, используются в учебном процессе по направлению: 27.03.04 (220400) – «Управление в

технических системах» при выполнении дипломного проектирования, в лекционном материале и лабораторном практикуме учебных курсов «Методы искусственного интеллекта», «Нейронные сети и экспертные системы» в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения;

3) Веб-приложение пиринговой видеоконференцсвязи, демонстрирующее возможности разработанного математического и программного обеспечения обработки потоков многомодальных данных, было использовано при проведении практических работ с целью более качественного усвоения студентами обучающихся по направления 09.03.03 Прикладная информатика и 09.06.01 Информатика и вычислительная техника и при подготовке лекционного материала для студентов кафедры информационных технологий и математики Санкт-Петербургского университета управления и экономики.

**определены** возможности и перспективы практического использования полученных результатов диссертации при исследовании конкретных технологий и систем обработки мультимедийных данных;

**создано** программное средство, позволяющее осуществлять соединение более двух абонентов пиринговой сети по протоколу WebRTC для передачи мультимедийной информации на различные удаленные гетерогенные устройства;

**представлены** предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых могут быть положены разработанные алгоритмы и архитектуры пирингового веб-приложения видеоконференцсвязи.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** воспроизводимость результатов многократных экспериментов, выполненных на сертифицированном современном оборудовании. Достоверность полученных результатов подтверждена проведением всестороннего анализа работ по исследуемой проблеме, корректным применением научно-методического аппарата в виде использованных методов и теорий, согласованностью теоретических положений и выводов с результатами экспериментальной проверки предложенных архитектур и алгоритмов при помощи разработанного программного средства, апробацией основных результатов диссертации в печатных трудах и

докладах на международных и всероссийских конференциях, положительными итогами практической реализации результатов работы;

**теория** построена на известных принципах, проверенных данных и фактах с использованием современных известных и апробированных методов исследования, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе работ отечественных и зарубежных исследователей в области передачи телекоммуникационных данных, построения пиринговых сетей; на обобщении передового опыта в этой области;

**использованы** экспериментальные результаты для сравнения с данными другой широко используемой системой видеоконференцсвязи - «Skype».

**Личный вклад соискателя состоит в:**

- анализе современного состояния дел в области систем видеоконференцсвязи и передаче мультимедийной информации;
- исследовании существующих методов и подходов к проектированию архитектур, алгоритмов и программных средств для обеспечения обмена мультимедийной информацией по пиринговым протоколам передачи данных;
- постановке задачи разработки алгоритмов и архитектур пиринговых систем видеоконференцсвязи с целью создания новых программных средств для обмена мультимедийной информацией по пиринговым протоколам передачи данных;
- построении алгоритмов и архитектур, реализующих процесс обмена мультимедийными данными между удаленными пользователями;
- разработке методики тестирования и оценивания качества пиринговых систем видеоконференцсвязи;
- разработке программного средства, позволяющего передавать мультимедийную информацию между гетерогенными устройствами, находящимися в пиринговой сети;
- экспериментальном исследовании предложенных архитектур и алгоритмов с использованием возможностей разработанного программного средства в сравнении с аналогичной системой;
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет считает, что Савельев А.И. в своей диссертационной работе разработал совокупность архитектур, алгоритмов и программных средств автоматической обработки потоков данных, направленных на решение актуальной научно-технической задачи поддержки многоканальной коммуникации удаленных абонентов посредством веб-приложений видеоконференцсвязи пиринговой архитектуры, имеющей важное социально-экономическое и хозяйственное значение.

На заседании 15.12.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Савельеву А.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человека, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 22, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета

доктор технических наук,

член-корреспондент РАН

Юсупов Рафаэль Мидхатович

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат технических наук, доцент

Фаткиева Роза Равильевна

15.12.2016 г.