

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.004.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»  
МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27 ноября 2024 г. № 14

О присуждении Шарлаевой Марии Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование и разработка методов внедрения услуг телемедицины в сетях связи пятого и последующих поколений» по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 25 сентября 2024 года, протокол № 10 диссертационным советом 55.2.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 258/нк от 27 марта 2019 года.

Соискатель Шарлаева Мария Владимировна, 01.10.1997 года рождения, работает разработчиком в ООО «Синтегро Консалтинг». В 2021 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» с присвоением квалификации магистр. С 2021 по настоящее время является аспирантом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

Диссертация выполнена на кафедре сетей связи и передачи данных Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Маколкина Мария Александровна, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра инфокоммуникационных систем, заведующий кафедрой.

Оппоненты: 1. Колбанёв Михаил Олегович, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», кафедра информационных систем и технологий, профессор кафедры; 2. Ковтуненко Алексей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», кафедра информатики, доцент кафедры, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Степановым Сергеем Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой сетей связи и систем коммутации и Степановым Михаилом Сергеевичем кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры сетей связи и систем коммутации, утвержденном Леохиным Юрием Львовичем, доктором технических наук, профессором, проректором по науке, указала, что представленная диссертация является научно-квалификационной работой. Полученные автором

результаты отличаются научной новизной, теоретической и практической значимостью. Все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами имитационного моделирования, обсуждением результатов диссертационной работы на российских и международных конференциях, публикацией основных результатов в ведущих рецензируемых журналах. Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Название работы полностью соответствует ее содержанию. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.2.15, а её автор, Шарлаева Мария Владимировна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по искомой специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

**Соискатель имеет** 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 3, в том числе 3 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также 6 статей в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Из них 3 работы опубликованы соискателем без соавторства. Общий объем авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 1,89 печ.л. из общего количества 2,87 печ.л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

**Наиболее значительные научные работы** по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Шарлаева, М.В. Исследование внедрения телемедицинских услуг в организации здравоохранения / М.В. Шарлаева // Электросвязь. 2024. № 6. С. 22-29 .

2. Шарлаева, М.В. Исследование средней задержки в сетях связи, предоставляющих телемедицинские услуги / М.А. Маколкина, М.В. Шарлаева // Труды учебных заведений связи. 2024. Т. 10, № 3. С. 59-65.

3. Шарлаева, М.В. Метод кластеризации в сетях связи пятого и последующих поколений на основании плотности населения / М.В. Шарлаева // Электросвязь. 2024. № 5. С. 26-30.

Публикации в других изданиях:

4. Шарлаева, М.В. Исследование системы мониторинга сердечно-сосудистой системы пациентов с использованием имитационного моделирования / М.В. Шарлаева // Сборник 75-й региональной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая весна – 2021». 2021. Т. 1. С. 100–103.

5. Шарлаева, М.В. Интеграция платформы “1С:Предприятие 8” и нейронной сети для диагностики кардиологических заболеваний / Д.В. Окунева, М.В. Шарлаева // Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции «Технологии 1С в цифровой трансформации экономики и социальной сферы». 2021. Ч. 1. С. 411–413.

6. Шарлаева, М.В. Разработка лабораторного стенда для мониторинга ЭКГ на базе технологии LORA / М.А. Маколкина, М.В. Шарлаева // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. X Юбилейная международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2021. Т. 4. С. 476-480.

7. Шарлаева, М.В. Применение порогового преобразования для сегментации изображений / М.А. Маколкина, М.В. Шарлаева // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2020. Т. 1. С. 697–702.

8. Шарлаева, М.В. Использование метода Оцу для вычисления адаптивного порога сегментации / М.А. Маколкина, М.В. Шарлаева // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2020. Т. 1. С. 693–697.

9. Шарлаева, М.В. Интеграция платформы 1С:Предприятие 8 и нейронной сети для диагностики кардиологических заболеваний / Д.В. Окунева, М.В. Шарлаева // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VIII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 4-х т. СПб.: СПбГУТ, 2019. Т. 1. С. 710–714.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официального оппонента Колбанёва М.О.; официального оппонента Ковтуненко А.С.; ведущей организации МТУСИ; Бурановой М.А., д.т.н., доц., профессора кафедры информационной безопасности Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; Никульского И.Е., д.т.н., доц., с.н.с., главного специалиста, заместителя главного конструктора «Центрального научно-производственного объединения «Ленинец»; Самойлова А.Г., д.т.н., проф., профессора кафедры радиотехники и радиосистем Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; Татарниковой Т.М., д.т.н., проф., директора института информационных технологий и программирования Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения; Самуйлова К.Е., д.т.н., проф., заведующего кафедрой теории вероятностей и кибербезопасности Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы; Тонких Е.В., к.т.н., заместителя начальника отдела Научно-исследовательского института радио; Шувалова В.П., д.т.н., проф., профессора кафедры инфокоммуникационных систем и сетей Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики; Казакевич Е.В., к.т.н., доц., заведующей кафедрой и Логин Э.В., к.т.н., доцента кафедры «Электрическая связь» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.

Все отзывы положительные, но есть критические замечания. Требуются пояснения по обоснованию состава первого набора телемедицинских услуг (стр. 22). По рис. 8 (стр. 35) было бы полезно указать, подтвердился ли на практике спрогнозированный спад числа пользователей телемедицинских услуг в 2023

году. На стр. 4 в качестве значения высокой плотности указан 1 млн на 1 кв. м, при том, что на стр. 110 написано корректно – «1 млн на 1 кв. км». Во второй главе при рассмотрении показателей, влияющих на цифровой разрыв, используется число медицинских организаций первого уровня, при этом в таблицах и графиках фигурируют амбулаторно-поликлинические организации. Следовало бы уточнить их взаимосвязь. На схемах организации WAN-сегмента телемедицинской сети (стр. 27, 28) следовало бы рассмотреть структуру не только телемедицинского пункта, но и удаленных телемедицинских пунктов, телемедицинских центров, мобильных телемедицинских пунктов. На рис. 7 (стр. 34) было бы полезно указать данные о проникновении телемедицины на территории Российской Федерации за 2023 год. По табл. 7 требуется пояснить, чем определяется тип трафика (стр. 94). В разделе 2.4 представлена новая мера для оценки цифрового разрыва, основанная на плотности медицинских учреждений, однако, непонятно существуют ли другие меры оценки, учитывающие показатели в области медицины и телемедицины. На рис. 29 и 30 представлен алгоритм определения характеристик телемедицинской сети, в котором автор оперирует населенным пунктом с численностью населения от 500 до 10 000 и от 10 000, непонятно будет ли этот алгоритм работать при численности населения в 1 000 000 или он работает только для небольших населенных пунктов? На стр. 101 кластер представлен в виде модели СМО GI/G/1, почему была выбрана именно эта модель? На рис. 37 представлены результаты кластеризации алгоритмом C-means для трех услуг с различными требованиями к качеству обслуживания, следовало бы уточнить что это за услуги и какие параметры качества обслуживания учитываются в данном случае. В автореферате указано, что рекомендуется использовать децентрализованную схему построения телемедицинской сети. Требовалось бы пояснить, какие варианты еще существуют и от чего должен зависеть выбор? Автором предложен алгоритм кластеризации, позволяющий разбить территорию на кластеры с учетом плотности пользователей и их территориального распределения. При этом какие ограничения существуют на его использование, какая максимальная площадь

кластеризуемой территории? По п. 8 предложенного алгоритма кластеризации (стр. 20) не понятно, каким образом определяется значение EPS-радиуса и MinPts. Применение приближения Крамера, Лангенбаха-Бельца для исследования СМО общего виду обосновано автором не в полной мере. При прогнозировании востребованности услуг телемедицины в 40 млн человек автор исходила из 180 млн пользователей сети, хотя на 01.01.2024 все население Российской Федерации составляло 146,15 млн человек. В автореферате не обосновано преимущество выбора децентрализованной схемы построения телемедицинской сети над централизованной схемой. На рис. 3 в подписи оси ординат имеется ссылка на табл. 3, но в автореферате она не представлена, и даже не описано содержимое таблицы. В автореферате на рис. 6 и 7 представлена зависимость задержки от интенсивности трафика и коэффициента длительности обслуживания и коэффициента вариации для потока для скоростей 1 и 10 Гбит/с, непонятно почему были выбраны именно эти значения скоростей передачи и проводилось ли моделирование для других значений? На стр. 21 описано моделирование работы модифицированного алгоритма C-means, однако, не понятно какие именно телемедицинские услуги выбраны для проведения данного исследования. Как отмечено в автореферате, для разработки прогноз развития услуг на сетях связи пятого и последующих поколений на горизонте планирования до 2030 года выполненное на основании статистических данных из открытых источников до 2022 года. В рамках выбранной гипотезы и используемого аппарата, данный прогноз не учитывает возможные отклонения в росте развития услуг, обусловленные регуляторными и(или) социально-экономическими аспектами. Признавая, что такие аспекты не являются предметом исследования, было бы целесообразным отметить, что могут существовать аспекты, влияющие на данный прогноз. На схеме (рис. 1) в блоке «Телемедицинский пункт», в его составе, в отличие от «Телемедицинский центр», отсутствует оборудование коммутации информационных потоков, а кроме того не ясно, где предполагается размещение оборудования провайдера. Необходимы пояснения, является ли это упрощенным изображением или действительно иной схемой организации с минимальным

набором оборудования. На рис. 20 автореферата при пошаговом описании метода кластеризации с шагах 7–9 используется аббревиатура EPS (радиус EPS, EPS-соседи), которая не раскрыта по тексту.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются известными учеными в области сетей и систем связи, а ведущая организация – несомненным лидером по системам массового обслуживания для сетей связи. Доктор технических наук, профессор Михаил Олегович Колбанёв – один из ведущих ученых в области развития сетей и систем телекоммуникаций, имеющий большой опыт и существенные публикации как в целом по проблемам построения сетей и предоставляемых ими услуг, так и в области новых технологий телекоммуникаций. Кандидат технических наук, доцент Алексей Сергеевич Ковтуненко работает в Уфимском университете науки и технологий, хорошо известен своими трудами в области облачных и туманных вычислений, а также работами, посвященными решению задач медицинской диагностики. Ведущая организация – Московский технический университет связи и информатики за последние годы зарекомендовала себя крупными достижениями в области сетей и систем связи пятого и последующих поколений. Отзыв сформирован на кафедре сетей связи и систем коммутации, заведующим которой является известный специалист в области сетей связи, доктор технических наук, профессор Сергей Николаевич Степанов, подписан им и доцентом кафедры, кандидатом технических наук, доцентом Михаилом Сергеевичем Степановым.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработан** прогноз развития услуг на сетях связи пятого и последующих поколений на горизонте планирования до 2030 года для числа пользователей услуг телемедицины; **предложен** метод формирования цифровых кластеров для первого набора телемедицинских услуг; **доказаны** зависимость задержки от интенсивности трафика и длительности обслуживания пакетов для первого набора телемедицинских услуг в сетях связи пятого и последующих поколений; использование нового метода кластеризации позволяет



сократить время выполнения алгоритма не менее чем на 30% по сравнению с классическим вариантом DBSCAN; **введен** первый набор телемедицинских услуг.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказано**, что за счет формирования цифровых кластеров с расположением центров обработки данными в областных или региональных центрах представляется возможным обеспечить повсеместное предоставление первого набора телемедицинских услуг; **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе методы системного анализа, теории телетрафика и теории массового обслуживания, теории фракталов, математической статистики; **изложены** элементы теории сетей связи при предоставлении телемедицинских услуг, характеристики первого набора телемедицинских услуг, доказательства зависимости числа медицинских учреждений амбулаторно-поликлинического характера и плотности населения от Валового регионального продукта (ВРП); **раскрыты** характеристики медицинских данных, используемых при предоставлении первого набора телемедицинских услуг; **изучены** варианты предоставления первого набора телемедицинских услуг на сетях связи с различной плотностью и удаленностью пользователей; **проведена модернизация** существующих методов формирования цифровых кластеров C-means и DBSCAN для обеспечения определения центров обработки данных с учетом плотности расположения пользователей.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены** прогноз числа пользователей телемедицинских услуг сети на горизонте планирования до 2030 года, модель сети связи пятого и последующих поколений для первого набора телемедицинских услуг и метод формирования цифровых кластеров для первого набора телемедицинских услуг в ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ» при разработке «Методики планирования сетей связи при внедрении первого набора телемедицинских услуг»; в ООО «НТЦ АРГУС» при проектировании систем технического учета «Аргус NRI», а также в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургском

государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ) при чтении лекций и проведении практических занятий по курсам «Архитектура построения и принципы проектирования сетей связи 5G/6G», «Технологические принципы организации инфокоммуникационных услуг», а также при выполнении Соглашения о предоставлении из федерального бюджета гранта в форме субсидий, выделяемого для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации от 06 июля 2022 г. № 075-15-2022-1137 по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации 20а – Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; **определены** требования к сетям телемедицины с точки зрения качественных показателей и характеристик медицинских данных для реализации первого набора телемедицинских услуг и перспективы развития услуг телемедицины в сетях связи пятого и последующих поколений; **создана** методика планирования сетей связи при внедрении первого набора телемедицинских услуг; **представлены** рекомендации по формированию цифрового кластера сети для предоставления телемедицинских услуг.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** для экспериментальных работ результаты получены на модельной сети, построенной с использованием лицензированного программного обеспечения; **теория** построена на известных, проверяемых данных, в т.ч. на данных открытого источника «Федеральная служба государственной статистики» и результатах фундаментальных работ в области теории телетрафика отечественных и зарубежных ученых; **идея базируется** на обобщении передового опыта и использовании плотностного подхода к пространственной кластеризации; **использованы** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по

рассматриваемой тематике; **установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным; **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит** в том, что основные результаты диссертации получены автором самостоятельно.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание о большом доверительном интервале в прогнозе доли пользователей телемедицинских услуг методом экспоненциального сглаживания при длительном сроке прогнозирования.

Соискатель Шарлаева М.В. в ходе заседания ответила на задаваемые ей вопросы, согласилась с замечаниями и привела собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Исследование и разработка методов внедрения услуг телемедицины в сетях связи пятого и последующих поколений» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 3, 4, 7, 19 паспорта научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

На заседании 27 ноября 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Шарлаевой Марии Владимировне ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке метода построения цифровых кластеров сети для первого набора телемедицинских услуг с учетом требований по качеству обслуживания и прогнозирования числа пользователей телемедицинских услуг на горизонте планирования до 2030 года, имеющую значение для отрасли цифрового развития и связи, а также для специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности

рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,  
доктор технических наук, профессор



Гоголь Александр Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

29 ноября 2024 года