

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 28 сентября 2022 г. № 8

О присуждении Спиркиной Анастасии Валентиновне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка модели и методики применения систем распределённого реестра и оценки их влияния на сетевые характеристики» по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 29 июня 2022 года, протокол № 5 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 Спиркина Анастасия Валентиновна, 26 мая 1994 года рождения, работает главным специалистом в управлении по воспитательной и социальной работе в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

В 2018 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский

государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

В 2022 году окончила освоение программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

Диссертация выполнена на кафедре инфокоммуникационных систем 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 – кандидат технических наук наук, Елагин Василий Сергеевич, основное место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», научно-исследовательский институт "Технологии связи", директор института; кафедра инфокоммуникационных систем, доцент кафедры.

Оппоненты: 1. Ивакин Ян Альбертович, доктор технических наук, профессор, основное место работы: АО «Концерн «Океанприбор», заместитель генерального директора по инновациям и проектам гражданского назначения; 2. Маркелов Олег Александрович, кандидат технических наук, основное место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», НОЦ «Цифровые Телекоммуникационные Технологии», директор, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, в своем положительном

заключении, подписанном Шишмаковым Д.Э., директором Центра технологий распределенного реестра, Савельевым Н.С., канд. ист. наук, начальником отдела образования Центра технологий распределенного реестра, утвержденном Микушевым С.В., канд. физ.-мат. наук, проректором по научной работе, указала, что диссертация «Разработка модели и методики применения систем распределённого реестра и оценки их влияния на сетевые характеристики» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по поддержке необходимого уровня качества обслуживания услуг при развертывании систем блокчейна на сети связи, имеющей значение для отрасли цифрового развития и связи. Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты широко апробированы на значимых российских и международных конференциях. Основные научные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в ведущих российских и зарубежных изданиях. Название работы полностью отражает ее содержание, содержание диссертации соответствует пунктам 3, 11, 14 паспорта специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций. На основании изложенного считаем, что диссертация Спиркиной Анастасии Валентиновны на тему «Разработка модели и методики применения систем распределённого реестра и оценки их влияния на сетевые характеристики» соответствует критериям, предъявляемым в отношении кандидатских /докторских диссертаций, которые установлены пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор Спиркина Анастасия Валентиновна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Соискатель имеет 41 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации 32, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 6, в том числе 6 по искомой специальности, а также: 15 работ в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 1 результат интеллектуальной деятельности; 4 статьи в других научных журналах, сборниках

научных статей, трудов и материалах конференций; 6 отчетов о НИР. Из них 2 работы опубликованы соискателем без соавторства. Общий объём авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 14,09 печ.л. из общего количества 120,42 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. Спиркина, А.В. Научные аспекты структурно-параметрического моделирования блокчейн-систем / А.В. Спиркина // Труды учебных заведений связи. – 2021. – Т. 7. – №. 1.

2. Spirkina, A.V. Development and analysis of a blockchain system based on JavaScript / V.S. Elagin, V.I. Fedorovskikh, A.V. Spirkina // T-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. – 2021. – Т.15. – №. 2. – С. 40-45.

3. Спиркина, А.В. Основные сетевые характеристики Blockchain трафика и подходы к моделированию / В.С. Елагин, А.В. Спиркина, А.Г. Владыко, Е.И. Иванов, А.В. Помогалова // T-Comm – Телекоммуникации и Транспорт. – 2020. – № 4. – С. 39- 45.

4. Спиркина, А.В. Сетевые аспекты применения технологии Blockchain / Б.С. Гольдштейн, В.С. Елагин, А.В. Онуфриенко, И.А. Белозерцев // Вестник связи. – 2019. – №. 4. – С. 12-17.

5. Онуфриенко, А.В. Модели обеспечения QOE для ОТТ сервисов / В.С. Елагин, И.А. Белозерцев, А.В. Онуфриенко // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2019. – Т. 13. – № 4. – С. 9-14.

6. Онуфриенко, А.В. Эффективность DPI-системы для идентификации трафика и обеспечения качества обслуживания ОТТ-сервисов / В.С. Елагин, А.В. Онуфриенко, А.А. Зарубин // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. – 2018. – Т. 10. – № 3. – С. 40-53.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ:

7. Spirkina, A.V. Distributed Edge Computing with Blockchain Technology to Enable Ultra-Reliable Low-Latency V2X Communications / A. Vladko, V. Elagin, A. Spirkina, A. Muthanna, A.A. Ateya // Electronics. – 2022. – T. 11. – №. 2. – P. 173.
8. Spirkina, A. Towards Practical Applications in Modeling Blockchain System / A. Vladko, A. Spirkina, V. Elagin // Future Internet. – 2021. – № 13. – P. 125.
9. Spirkina, A. V2X-based intersection priority management / M. Buinevich, A. Spirkina, V. Elagin, S. Tarakanov, A. Vladko // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Conference Proceedings. – 2021. – P. 9416016.
10. Spirkina, A.V. Evaluation of the impact the hyper-converged infrastructure storage subsystem synchronization on the overall performance / A.A. Shvidkiy, A.V. Spirkina, A.A. Savelieva, A.V. Tarlykov // 2020 12th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). – 2020. – P. 248-252.
11. Spirkina, A.V. Providing QoS for OTT services in communication networks / A.B. Goldstein, I.A. Belozertsev, V.S. Elagin, A.V. Spirkina // 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – 2020. – P. 9078633.
12. Spirkina, A. Technological aspects of blockchain application for vehicle-to network / V. Elagin, A. Spirkina, M. Buinevich, A. Vladko // Information. – 2020. – №. 10. – P. 465.
13. Spirkina, A.V. Blockchain Models to Improve the Service Security on Board Communications / A.G. Vladko, A.V. Spirkina, V.S. Elagin, I.A. Belozertsev, E.A. Aptrieva // 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – P. 1-6.
14. Spirkina, A. Blockchain Behavioral Traffic Model as a Tool to Influence Service IT Security / V. Elagin, A. Spirkina, A. Levakov, I. Belozertsev // Future Internet. – 2020. – № 12. – P. 68.
15. Spirkina, A.V. Approaches to Modeling Blockchain Systems / A.V. Spirkina, E.A. Aptrieva, V.S. Elagin, A.A. Shvidkiy, A.A. Savelieva // 2020 12th International

Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). – 2020. – P. 242-247.

16. Spirkina, A.V. Network characteristics of blockchain technology of on board communication / A.B. Goldstein, N.A. Sokolov, V.S. Elagin, A.V. Onufrienko, I.A. Belozertsev // 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – 2019. – P. 1-5.

17. Spirkina, A.V. Models of QOE Ensuring for OTT Services / V.S. Elagin, I.A. Belozertsev, B.S. Goldshtein, A.V. Onufrienko, A.G. Vladko // 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – 2019. – P. 8706748.725

18. Spirkina, A.V. On the application of game theory for multiagent system-based cognitive performance management in software-defined networks / B.S. Goldshtein, V.S. Elagin, C.D. Nguyen, A.V. Onufrienko // 11th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops. – 2019. – P. 8970858.

19. Spirkina, A.V. The efficiency of the dpi system for identifying traffic and providing the quality of OTT services / V.S Elagin., B.S. Goldshtein, A.V. Onufrienko, A.A. Zarubin, A.A. Savelieva // 2018 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. – 2018. – P. 8350589.

20. Spirkina, A.V. Synchronization of delay for OTT services in LTE / A.B. Goldstein, A.A. Zarubin, A.V. Onufrienko, V.S. Elagin, I.A. Belozertsev // 2018 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications. – 2018. – P. 8456944.

21. Spirkina, A.V. Modeling OTT services in multiservice networks in order to synchronize and prioritize traffic / V.S. Elagin, B.S. Goldshtein, A.V. Onufrienko, I.A. Belozerzev, A.A. Savelieva // 2018 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SYNCHROINFO 2018. – 2018. – P. 8456968.

Результаты интеллектуальной деятельности:

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Программная модель системы анализа и визуализации данных при работе

технологии блокчейн / А.В. Спиркина – № 2022617101; заявл. 05.04.2022; зарег. 18.04.2022. – 332 байт.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официального оппонента Ивакина Я.А.; официального оппонента Маркелова О.А.; ведущей организации ФГБОУ ВО СПбГУ; Синицына В.И., д.ф.-м.н., главного научного сотрудника, руководителя Отделения Стохастических и интеллектуальных методов и средств моделирования и построения систем с интенсивным использованием данных Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук; Соколова Н.А., д.т.н., с.н.с., директора по науке ООО «ПРОТЕЙ СТ»; Бурдина А.В., д.т.н., советника генерального директора по инновациям АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова»; Гольдштейна А.Б., д.т.н., доц., генерального директора ООО «НТЦ Аргус»; Коновалова И.Н., к.т.н., старшего научного сотрудника лаборатории проблем безопасности транспортных систем Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук; Самуйлова К.Е., д.т.н., проф., заведующего кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей Российского университета дружбы народов; Карташевского И.В., д.т.н., и.о. заведующего кафедрой программной инженерии Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики.

Все отзывы положительные, но имеются следующие замечания. Соискатель недостаточно корректно и необоснованно свободно использует в работе термин «блокчейн». Данный термин в современной литературе широко используется современными авторами как идентификатор целой группы явлений в области инфотелекоммуникаций. Его следует применять только с указанием того объекта, о котором идет речь в данный момент. (Например, блокчейн-технология, блокчейн-система, блокчейн-приложение и пр.). В противном случае теряется узкое существо приводимого описания. Так, в результате, не корректного использования данного термина Спиркиной А.В., при изучении содержания её диссертации, часто становится непонятным: в данный момент говорит она о блокчейн-технологии, вообще, о её какой-то узкой локализации, или о конкретизированной реализации блокчейн-системы, в частности. Логическая

архитектоника изложения существа проведенного исследования и выносимых на защиту научных положений в основной части диссертации не выверена. Это выражается: В недостаточно корректной формулировке положений, выносимых на защиту (научных результатов). В частности, у автора нет никакой необходимости начинать формулировку первого научного результата с глагола, в то время, когда остальные научные результаты формулируются, начинаясь с логически значимого существительного. Квалификационный характер такой научной работы, как диссертация, предполагает установление новизны, выносимых на защиту положений, путем аналитического сравнения этих положений с ранее известными и признанными истинными теоретическими положениями и знаниями. В диссертации весьма скромно представлена разработанная соискателем имитационная модель блокчейн-системы и сети с внедрением трафика блокчейн-приложений. Вызывает сомнение научный характер четвертого положения, выносимого на защиту (научного результата). В работе не приведено обоснование его научного характера, самостоятельных (т.е. не обосновывающихся путем логической ссылки к ранее приведенным научным результатам) новизны, достоверности и значимости. Соискателем не представлены исходные значения параметров и другие настройки системы при проведении имитационного моделирования при интеграции системы блокчейн в сеть передачи данных для оценки влияния. В разделе 3.6 указано, что при сопоставлении аналитической модели с результатами имитационного моделирования выполнялось сопоставление двух эмпирических распределений, тогда как упомянутый критерий Колмогорова, ориентирован на сравнение эмпирических данных с аналитическим выражением. Кроме того, критерий Колмогорова ориентирован на сравнение видов распределений, тогда как приведенные выражения (формулы 15, 23 и 28), характеризующие аналитическую модель, описывают только средние значения. В диссертации следовало бы более подробно описать концепцию трехэтапного моделирования СМО, которая отмечена как один из результатов, составляющих научную проведеных исследований. В главе «Модель расчета характеристик блокчейн-систем на сети

связи» уделяется преимущественное внимание решениям, основанным на алгоритме PoW, при этом не выделены уточнения и ограничения для других алгоритмов. В главе «Разработка методики подбора конфигурации системы блокчейн» недостаточно внимания уделено при даче рекомендаций для решений в области других алгоритмов. При организации натурного эксперимента в «Модельная сеть блокчейна для исследования характеристик трафика на функциональных элементах» используется тестовая сеть блокчейна, при этом неясно, насколько точным будут результаты для глобальной сети. На стр. 6 отмечено применение метода моделирования на основе пакетов автоматического проектирования Mathcad, однако в содержании автореферата далее по тексту не представлена подробная информация об использованной версии (аналогично AnyLogic, стр. 13), а также контексте применения. В работе отмечается (стр. 6, 16) возможность внедрения решений, основанных на технологии блокчейн, в технологию V2X. Поскольку такое внедрение заявлено как перспективное, а также отражена теоретическая возможность снижения задержек, в автореферате следовало бы кратко представить основные рекомендации по внедрению. В Формула (1) основана на гипотезах о пуассоновском входящем потоке заявок и экспоненциальном распределении длительности их обслуживания, но в тексте автореферата эти гипотезы не обоснованы. В формуле (3) используется переменная, названная «состоянием сервера в момент времени». Судя по левой части данной формулы, эта переменная должна измеряться в единицах времени. По этой причине словосочетание «состоянием сервера в момент времени» не представляется удачным. В пункте № 8 раздела «Заключения» (стр. 18) отмечена возможность снижения задержки на 39%. Не ясно о чем идет речь. Похоже, что о среднем значении этой случайной величины. В таком случае необходимо оценить изменение дисперсии. Так как существуют алгоритмы минимизации средних значений, которые ведут к росту дисперсии и р-квантиля. На стр. 13, 14 автореферата отмечается, что в ходе моделирования были определены «...наиболее подходящие параметры», которые приведены непосредственно для средней интенсивности 100 транзакций/сек. Следовало бы аргументировать выбор

данного значения интенсивности. 24. В продолжение предыдущего замечания, здесь же автор отмечает, что «... при изменении интенсивности формирования транзакций параметры следует оптимизировать», однако информация насколько и как сильно ожидается изменение этих параметров (размер пула, размер блока) в автореферате не приводится. Следовало бы более подробно прокомментировать расхождение представленных на рис. 4. данных составления результатов имитационного моделирования и расчетов, проведенных в рамках разработанной аналитической модели, включая локальный выброс задержки в области интенсивности 10 транзакций/сек. Для показанной имитационной модели не представлены аппаратные затраты и вычислительная сложность для расчета различных систем. На рис. 1 используется термин Пул памяти, в то время как ниже применяется термин MemoryPool. Из автореферата не ясно, тождественны ли эти понятия. В автореферате утверждается, что график на рис. 2 представляет схему рис. 1, однако на последнем количество связей несколько выше. Следовало бы объяснить принятые упрощения. Из автореферата не ясно, сколько имитационных моделей было получено автором. В тексте на стр. 12-13 описывается одна модель, однако в п. 4 заключения говорится о нескольких моделях. В аналитическом виде получены средние значения временных характеристик рассматриваемой системы. Не ясно, исследованы ли старшие моменты соответствующих случайных величин, в т.ч. их среднеквадратическое отклонение. В формуле (3) на странице 12 нечетко определена величина состояния сервера  $E[Y]$ . В автореферате не приведено обоснование выбора для трехэтапного моделирования работы блокчейн системы СМО вида M/M/1, M/H2/1, G/D/1.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью и значимой позицией в научных кругах крупнейших специалистов в области сетей и систем связи, в том числе в областях, связанных с профилем диссертационной работы, а также значительным числом публикаций в рецензируемых научных изданиях по тематике диссертационного исследования.

Так официальный оппонент д.т.н., проф. Ивакин Я.А. активно занимается моделированием сетей связи, интеллектуализацией информационных систем, что подтверждается рядом публикаций в ведущих научных изданиях. Маркелов О.А., к.т.н., занимается исследованиями по тематикам, связанным с моделированием сетевых процессов в информационных системах, а также вопросами передачи данных в системах, чему посвящены его публикации в ведущих международных и российских периодических научных изданиях.

Центр технологий распределенных реестров СПбГУ (ЦТРР СПбГУ) является ведущим центром компетенций программы «Национальная технологическая инициатива» по развитию технологии и экосистемы блокчейн в России, и внесла существенный вклад в исследования в области технологии распределенного реестра и блокчайна.

Специалисты центра проводят исследования, разрабатывают образовательные программы, оказываются экспертные услуги и создают программные решения с использованием технологий распределенных реестров (блокчейн).

Исследователи ЦТРР СПбГУ (Д. Шишмаков, Н. Савельев, А. Киреев и др.) разрабатывают технологические блокчейн решения, которые находят применение в управлении транспортной и складской логистикой, работе промышленных предприятий, энергетической и финансовой сфере, органах государственного управления. Продукты полученные в рамках центра: КриптоВече – сервис для безопасного проведения дистанционных голосований; Эдемес-система защиты культурных ценностей на основе блокчейн-технологий; образовательные программы для обучения по тематикам распределенных реестров (блокчейн).

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны комплекс параметров и сетевых характеристики системы для достижения наилучших показателей производительности и масштабируемости при разработке и внедрению технологии блокчейн в требуемую телекоммуникационную систему; аналитическая модель для расчета сетевых характеристик в блокчейн системах, в**

основу которой впервые положена оригинальная концепция трехэтапного моделирования СМО М/М/1, М/Н2/1, Г/Д/1 в единую СеМО; имитационная модель для оценки сетевых характеристик фрагмента сети с учетом работы технологии блокчейн, включающая обобщенную модель трафика и учитывающая свойства процессов подсистемы; комплексная методика по внедрению и настройке различных параметров блокчейна, с учетом совокупности параметров и сетевых характеристик блокчейн системы; **предложены** оригинальный подход к моделированию и расчету характеристик в блокчейн системах, в основу которого впервые положена оригинальная концепция трехэтапного моделирования СМО М/М/1, М/Н2/1, Г/Д/1 и оригинальный подход по выбору алгоритма консенсуса при проектировании системы; **доказана** закономерность влияния параметров блокчейн на сетевые характеристики и обосновано математическое соотношение для их расчета; **введена** методика подбора алгоритма консенсуса, внедрения и настройки различных параметров блокчейна, а также сформулирована совокупность параметров и сетевых характеристики системы для достижения наилучших показателей производительности и масштабируемости при разработке и внедрению технологии блокчейн в требуемую телекоммуникационную систему.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:** доказана комплексная совокупность параметров для достижения наилучших показателей производительности и масштабируемости при разработке и внедрению технологии блокчейн, математические соотношения для расчета вероятностных временных характеристик при применении технологии блокчейн; **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** теория массового обслуживания для построения аналитической модели и экспериментальной методики проверки; **изложены** ключевые особенности предоставления услуг блокчейн на сети связи; **раскрыта** необходимость проведения комплексной оценки параметров системы по предложенной методике при предоставления услуг, организованных с учетом блокчейн технологии; **изучены** характеристики и свойства трафика, генерируемого в процессе предоставления услуг, организованных с учетом блокчейн технологии, а также

связи взаимодействия технологии блокчейн и сетевых элементов для обеспечения необходимого качества обслуживания; **проведена модернизация** существующих математических моделей и сетей массового обслуживания, методик выбора алгоритма консенсуса блокчейн и подбора параметров блокчейн.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:** разработаны и внедрены: в рамках образовательного процесса при чтении лекций, проведении практических и лабораторных работ в СПбГУТ по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» были внедрены алгоритм действий блокчейн-технологии при работе с транзакциями, сценарий обмена данными между функциональными узлами, матрица сравнения основных разновидностей алгоритмов консенсуса, комплексная оценка влияния параметров системы для достижения наилучших показателей производительности и масштабируемости при разработке и внедрению технологии блокчейн в требуемую систему, аналитическая модель, в основу которой положена оригинальная концепция трех этапного моделирования СМО  $M/M/1$ ,  $M/H2/1$ ,  $G/D/1$ , имитационная модель фрагмента сети с учетом работы технологии блокчейн, включающая обобщенную модель трафика и учитывающая свойства процессов подсистемы.; в СПбГУТ при разработке экспериментального образца аппаратно-программной платформы предоставления приоритетного проезда регулируемых перекрестков для общественного, грузового и специального транспорта (Номер государственной регистрации НИР: АААА-Б20-220101590077-6, Заказчик: Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации) были внедрены алгоритм действий блокчейн-технологии при работе с транзакциями и сценарий обмена данными между функциональными узлами; в ООО «НТИ Аргус» при разработке систем управления сетью были использованы имитационная модель фрагмента сети с учетом работы технологии блокчейн, включающая обобщенную модель трафика и учитывающая свойства процессов подсистемы, а также новые подходы и оригинальный алгоритм по внедрению и настройке различных параметров блокчейна; рекомендации по

интеграции блокчейн решения в систему V2X (Vehicle-to-everything) с применением граничных вычислений. Представленное решение позволило обеспечить появление новых возможностей по принятию решений и показали теоретическую возможность снижения задержки на 39%; **определены** возможности применения предлагаемых моделей и методов на практике при внедрении технологии распределенных реестров; **создана** аналитическая и имитационная модели, моделирующие работу фрагмента сети, позволяющие провести оценку сетевых характеристик; **представлены** методические рекомендации при организации деятельности, результаты моделирования, которые позволяют продемонстрировать эффективность предложенных моделей и методов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** для экспериментальных работ результаты получены с использованием широко известных систем моделирования AnyLogic, обеспечивающих необходимую достоверность экспериментальных исследований. Характеристики сетевого трафика исследованы в ходе экспериментов на базе разработанной модельной сети, аналитических и имитационных моделях; **теория** построена на известных, проверяемых теориях массового обслуживания, математической статистике; **идея базируется** на исследовании технологических особенностей блокчейн, анализе практики и обобщении передового опыта ведущих учёных, а также на применении теории массового обслуживания; **использованы** сравнение оригинальных авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике; **установлено** качественное 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 анализа исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит** в том, что все результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. В разработке моделей и методик применения и оценки влияния систем блокчейн на сетевую инфраструктуру, в работах по теме диссертации, опубликованных в соавторстве, а

также при постановке и решении задач соискателю принадлежит существенная роль.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1. Почему взята аддитивная функция? При параллельных структурах время может быть неаддитивным? 2. Какая научная задача была решена? 3. Какой числовой эффект получен от фрагмента модели состояния сети? 4. Тема Вашей диссертационной работы «Разработка модели и методики применения систем распределенного реестра...», а далее Вы говорите о блокчейне. Вы ставите знак равенства между этими терминами? 5. Почему использовалось AnyLogic, а не существующие системы блокчейн? 6. Какой положительный эффект от задержки и стабильности состояния элементов сети?

Соискатель Спиркина Анастасия Валентиновна в ходе заседания ответила на задаваемые ей вопросы и привела собственную аргументацию: 1. При параллельных структурах время может быть неаддитивным, тут суть в том, что проходит транзакция от проверки до верификации и транзакция может попасть на разные валидаторы при этом на верификатор уже попадают только с одного валидатора, который рассчитывается тоже по формуле, которая представлена в диссертации. Т. е. транзакция с блоками не будут выходить от каждого валидатора. Достаточно одного. 2. Научная задача – Оценка воздействия от развертывания алгоритмов систем блокчейн на сети связи с учетом поддержания необходимого уровня качества обслуживания сетевой информации. 3. В модели до нас не было рассмотрено такой глобальной задачи, как построение аналитической модели. Были разные публикации, которые это рассматривали, однако там не рассматривается с точки зрения разных алгоритмов, и они более частный характер имеют. И моя аналитическая модель фрагмента сети позволяет развить базовые методы за счет учета специфики многофакторности интеграции блокчейн технологии, т.е. основана на именно технических характеристиках блокчейна. При внесении методики, которая основана на аналитической модели, задержка снизилась на 7 %. 4. Этот вопрос тоже поднимался несколько раз и хотелось бы отметить, что в Российском законодательстве в российских ГОСТах

нет определения не распределенного реестра, не блокчайна, но представляется тождественными понятия. Однако при изучении иностранной литературы можно заметить некоторые отличия. Есть определенная связь также в рекомендациях. Рекомендации, которые позволяют увидеть то, что распределенный реестр может ещё включать односторонний граф. Однако он практически нигде не используется, т.е. распределенный реестр в англоязычных источниках разделяется на два: на граф и на блокчайн, но практически везде используется блокчайн, поэтому перешли на блокчайн. 5. Поводился натурный эксперимент как раз-таки на тестовых сетях. Натурный эксперимент, который представлен в диссертации, но именно для получения значений было недостаточно этого эксперимента, потому что невозможно было снять трафик на некоторых участках сети. 6. На этапе четвертом тире пятнадцатом были подобраны эти параметры. Далее проходило оформление полученных результатов и формирования набора данных, подобранных параметров. Было сравнение с предыдущими результатами. Предыдущие результаты при прошлых выходных данных, и выбирался наилучший. В конечном счете, получился какой-то набор параметров, который был с точки зрения необходимых характеристик лучше и, соответственно, его и применили.

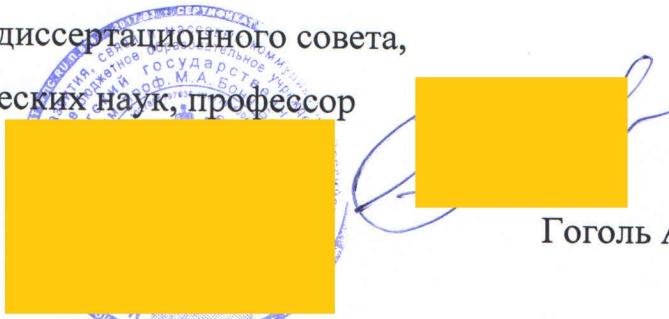
Диссертационный совет установил, что диссертация «Разработка модели и методики применения систем распределённого реестра и оценки их влияния на сетевые характеристики» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 3, 11, 14 паспорта научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

На заседании 28 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Спиркиной Анастасии Валентиновне ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи, имеющей значение для отрасли связи, а именно, снижение системной задержки передачи и обработки трафика блокчайн за счет разработки аналитической модели и научно-

методологического инструментария по внедрению блокчейн технологии на сетях связи.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 9, против – 1, недействительных бюллетеней – 3.

Председатель диссертационного совета,  
доктор технических наук, профессор



Гоголь Александр Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор технических наук, доцент



Маколкина Мария Александровна

30 сентября 2022 года