

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 08 декабря 2021 г. № 12

О присуждении Лобастовой Марии Викторовне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование методов маршрутизации и определения структуры для сетей тактовой синхронизации» по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 22 сентября 2021 года, протокол № 7 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 Лобастова Мария Викторовна, 18.01.1988 года рождения, работает старшим преподавателем 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 2020 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 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 – кандидат технических наук, Матюхин Александр Юрьевич, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра сетей связи и передачи данных, доцент кафедры.

Оппоненты: 1. Никульский Игорь Евгеньевич, доктор технических наук, с.н.с., основное место работы: ЗАО «Центральное научно-производственное объединение "Ленинец"», отдел 133, главный специалист, заместитель главного конструктора; 2. Опарин Евгений Валерьевич, кандидат технических наук, основное место работы: Институт по проектированию сигнализации, централизации, связи и радио на железнодорожном транспорте «Гипротрансигналсвязь» – филиал АО «Росжелдорпроект», отдел связи, инженер I категории, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Канаевым Андреем Константиновичем, д-ром техн. наук, проф., профессором кафедры «Электрическая связь», утвержденном Бениным Андреем Владимировичем, к.т.н., доц., и.о. первого проректора – проректора по научной работе, указала, что результаты диссертационной работы Лобастовой Марии Викторовны целесообразно использовать при проектировании и эксплуатации сети тактовой синхронизации в таких организациях как ПАО «Ростелеком», ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», а также в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров в области сетей и систем связи в СПбГУТ, ПГУПС, МТУСИ, СибГУТИ. Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной

работой, в которой решена научная задача разработки методов поиска кратчайших маршрутов для передачи сигнала синхронизации, а также поиска и устранения петель в сети синхронизации. Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты широко апробированы на значимых российских и зарубежных конференциях. Основные научные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в ведущих российских и зарубежных изданиях. На основании изложенного считаем, что диссертация отвечает критериям, изложенным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в ред. 11.09.2021), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций, а ее автор – Лобастова Мария Викторовна заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 18, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 4, в том числе 4 по искомой специальности, а также: 1 работу в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 13 статей в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Из них 5 работ опубликовано соискателем без соавторства. Общий объём авторского вклада в работы составляет 6,32 печ.л. из общего количества 7,74 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. Лобастова, М.В. Метод устранения петель в сети тактовой синхронизации / М.В. Лобастова, А.Ю. Матюхин, А.Е. Кучерявый // Электросвязь. – 2021. – № 8. – С. 30-33.

2. Лобастова М.В. Оценка надёжности работы элемента сети тактовой сетевой синхронизации / М. В. Лобастова, А. Ю. Матюхин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2020. – № 3(39). – С. 27-36.

3. Лобастова М.В. Использование алгоритма Флойда–Уоршалла для поиска маршрута передачи сигнала синхронизации с минимальным числом переприемов / М.В. Лобастова, А.Ю. Матюхин // Электросвязь. – 2020. – № 4. – С. 51-54.

4. Лобастова М.В. Метод обнаружения замкнутых петель в сети синхронизации / М. В. Лобастова // Электросвязь. – 2019. – № 1. – С. 29-32.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ:

5. Lobastova M. Method to detect and eliminate loops synchronization in 5G networks / Lobastova M., Matyukhin A. // 11th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2019.

Публикации в других изданиях:

6. Лобастова М.В. Основные аспекты оценки надежности сети тактовой сетевой синхронизации / М.В. Лобастова, Е.А. Лыткина, К.М. Пономаренко, И.Д. Шарипова // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2021). X Международная научно-техническая и научно-методическая конференция, в 4 т.,: сборник научных статей. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 582-587.

7. Лобастова М.В. Оценка надежности сети тактовой сетевой синхронизации / М.В. Лобастова, А.Ю. Матюхин // СПБНТОРЭС: труды ежегодной НТК. – № 1(76), – 2021. – С. 181-182.

8. Лобастова М.В. Анализ надежности сети тактовой сетевой синхронизации / М.В. Лобастова, А.Ю. Матюхин, А.С.А. Мутханна // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2020. – Т. 8. – № 4. – С. 93-99.

9. Лобастова М.В. Оптимизация структуры сети синхронизации с целью устранения замкнутых петель / М.В. Лобастова, А.Ю. Матюхин // СПБНТОРЭС: труды ежегодной НТК. – 2020. – № 1(75). – С. 140-142.

10. Лобастова М.В. Модель для оценки надежности функционирования сети тактовой сетевой синхронизации / М.В. Лобастова, А Ю. Матюхин // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020): IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция:

сборник научных статей, Санкт-Петербург, 26–27 февраля 2020 года. – СПб.: СПбГУТ, 2020. – С. 688-692.

11. Лобастова М.В. Алгоритм устранения петель в сети тактовой сетевой синхронизации / М.В. Лобастова, А.Ю. Матюхин // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2019) : сборник научных статей VIII Международной научно-технической и научно-методической конференции : в 4 т., Санкт-Петербург, 27–28 февраля 2019 года. – СПб.: СПбГУТ, 2019. – С. 665-670.

12. Лобастова М.В. Аналитическое описание метода обнаружения замкнутых петель в сетях тактовой сетевой синхронизации / М.В. Лобастова, А.Ю. Матюхин // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018). VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. В 4-х т. – СПб.: СПбГУТ, 2018. – С. 574-577.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официального оппонента Никульского И.Е.; официального оппонента Опарина Е.В.; ведущей организации ПГУПС; Самойлова А.Г., д-ра техн. наук, проф., заместителя директора по научной работе Института информационных технологий и радиоэлектроники Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; Самуйлова К.Е., д.т.н., профессора, директора Института прикладной математики и телекоммуникаций, заведующего кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей Российского университета дружбы народов; Молчанова Д.А., д-ра техн. наук, PhD of Technology, доц., старшего научного сотрудника Университета г. Тампере; Васильева А.Б., канд. техн. наук, заместителя генерального директора ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ»; Никитина Д.А., к.т.н., начальника центра управления сетью ЗАО «РАСКОМ»; Карташевского В.Г., д-ра техн. наук, проф., заведующего кафедрой Информационной безопасности Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; Татарниковой Т.М., д-ра техн. наук, проф., профессора кафедры «Информационные системы» Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Все отзывы положительные, но имеются критические замечания. Автор работы уделила повышенное внимание вопросам синхронизации базовых станций мобильных сетей связи, в частности сетей 5G, ориентированных на развитие Тактильного Интернета, Интернета Вещей и других технологий, однако вопросы синхронизации задающих генераторов цифровых коммутационных станций рассмотрены в работе не в полной мере, что несколько сужает представления о синхронизации в сетях связи. В работе подробно исследованы принципы построения сетей ТС, вопросы обнаружения петель в сети ТС и многие другие, вместе с этим исследование воздействия характеристик сетей ТС на характеристики качества обслуживания трафика, передаваемого в сетях связи, не включены в перечень рассматриваемых вопросов, что ограничивает понимание значимости процессов тактовой синхронизации. Системный анализ предметной области процесса функционирования сети ТСС в главе 1 проведен не в полной мере. Акцент сделан только на видах генераторного оборудования, без учета ряда дополнительных устройств, таких как, например, устройства распределения и размножения сигналов синхронизации, не указаны особенности влияния на сеть ТСС различных направляющих систем и систем передачи, а также дестабилизирующих факторов. Подробно рассмотрены особенности процесса функционирования сети ТСС только в мобильных сетях связи. Отсутствует обоснование выбора алгоритма именно Флойда–Уоршалла при разработке метода выбора маршрута передачи синхросигнала; также при использовании метода сделано допущение, что линии передачи и узлы связи равнозначны, что не совсем корректно. На практике возможно применение ВОЛС, медножильного кабеля, радиоканала и других направляющих систем, а узлы связи могут различаться по качеству приема, обработки и передачи синхросигнала, что в совокупности влияет на выбор маршрута передачи. В главе 4 не приведены применяемые показатели надежности для оценки надежности маршрута сети ТСС, а при оценке надежности сетевого элемента не указан закон распределения времени пребывания в состояниях и не приведено обоснование его выбора. В работе в явном виде не рассмотрены вопросы влияния характеристик сетей ТСС на качество передаваемого трафика. Для методов, разработанных и представленных в первом и

втором положениях не представлено четкого определения на каких этапах жизненного цикла планируется их применение. В работе недостаточно уделено внимание частным техническим аспектам реализации разработанных методов и подходов. Разработанные в четвертом разделе модели позволяют производить оценку надежности сети тактовой сетевой синхронизации, однако автор не привел в достаточном количестве результаты моделирования. В работе не уделено достаточного внимания вопросам размещения первичных и ведомых задающих генераторов в структуре сети тактовой сетевой синхронизации. Из автореферата не ясно, проводились ли какие-либо экспериментальные исследования, хотя в поставленных задачах исследования (стр. 3) указана разработка программного обеспечения для этих целей. Из автореферата не понятно, почему на рис. 1 оценка вычислительной сложности метода обнаружения петель в сети тактовой синхронизации представлена для 50 и 60 узлов, а не для другого количества? Из автореферата непонятно, какие модели для оценки надежности сети синхронизации предложены в четвертой главе диссертационной работы? В материалах второй главы автореферата выбор исследуемого алгоритма Флойда–Уоршалла при построении сети тактовой синхронизации следовало бы обосновать более подробно. По описанию рисунка 1 в автореферате не вполне понятно, какие графики относятся к случаю сети из 50 узлов, а какие – к сети из 60. В описании главы 3 в автореферате хотелось бы видеть пошаговый алгоритм устранения петель в сети тактовой синхронизации по аналогии с пошаговым алгоритмом обнаружения петель. В описании метода выбора маршрута передачи сигнала синхронизации в сети тактовой синхронизации на основе модифицированного алгоритма Флойда–Уоршалла не поясняется, почему в случае отсутствия ребра в графе, соответствующий элемент матрицы принимается равным $n(n-1)/2$. Поскольку авторы алгоритма иностранцы, то при первом упоминании желательно также указать международное название алгоритма на английском языке. На стр. 10 на рис. 1 представлен график оценки вычислительной сложности метода обнаружения петель в сети тактовой синхронизации. Исходя из пояснений на стр. 9 на графике изображены оценки вычислительной сложности метода обнаружения петель в сети тактовой синхронизации для 50 и 60 узлов, что из графика не очевидно, поскольку

нет соответствующих подписей. При описании материала второй главы (на стр. 8) автореферата автор пишет об ориентированном графе, однако, связи между вершинами именуется ребрами, в то время как в ориентированных графах связи принято именовать дугами.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются ведущими учеными в области сетей и систем связи, а ведущая организация имеет многолетний опыт в вопросах построения сетей тактовой синхронизации. Д.т.н., с.н.с. И.Е. Никульский хорошо известен своими работами в области сетей и систем связи, имеет большое количество публикаций по вопросам построения сетей широкополосного доступа в ведущих рецензируемых изданиях, является авторитетным ученым, в связи с чем достаточно часто приглашается оппонентом по новым направлениям исследований в области специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций. К.т.н. Е.В. Опарин также известен своими публикациями в области построения и эксплуатации сетей тактовой синхронизации; являясь инженером I категории Института по проектированию сигнализации, централизации, связи и радио на железнодорожном транспорте «Гипротрансигналсвязь» способен оценивать применимость на практике результатов, полученных в диссертационной работе. Ведущая организация, ПГУПС зарекомендовала себя достижениями в построении и эксплуатации сетей тактовой синхронизации. Отзыв составлен на кафедре «Электрическая связь» и подписан известным ученым в области тактовой синхронизации, д.т.н., профессором А.К. Канаевым. По теме тактовой синхронизации специалистами ведущей организации за последние 10 лет опубликованы десятки работ. Среди авторов д.т.н., профессор А.К. Канаев, к.т.н. М.А. Сахарова, к.т.н., доцент В.В. Шмытинский, к.т.н., доцент П.А. Плеханов .

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработаны метод выбора маршрута передачи сигнала синхронизации в сети тактовой синхронизации на основе модифицированного алгоритма Флойда–Уоршалла; метод обнаружения петель в сети тактовой синхронизации путем вычеркивания нулевых строк и столбцов в матрице смежности графа сети синхронизации; метод устранения петель в сети

тактовой синхронизации на основе определения компонент связности графа и анализа матрицы циклов графа сети синхронизации; **предложено** для обеспечения эквивалентности основной задачи алгоритма Флойда–Уоршалла, заключающейся в поиске самого короткого маршрута, и задачи поиска маршрута для передачи сигнала синхронизации с минимальным числом переприемов, зафиксировать расстояния между узлами рассматриваемого графа; для выявления и устранения петель в сети синхронизации использовать анализ матрицы смежности, определение компонент связности и анализ матрицы циклов графа сети тактовой синхронизации; **доказано**, что предложенные методы позволяют сократить количество математических операций по сравнению с ранее предлагаемыми методами, что сокращает время на обнаружение и устранение петель; кроме того, предложенный метод устранения петель позволяет ликвидировать циклы при минимальном нарушении связности сети; **введена** новая трактовка параметров, позволяющих адаптировать алгоритм Флойда–Уоршалла для решения задач маршрутизации в сетях тактовой синхронизации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказано, что предложенные методы обнаружения и устранения петель в сетях синхронизации путем вычеркивания нулевых строк и столбцов в матрице смежности графа, а также на основе определения компонент связности графа и анализа матрицы циклов графа сети синхронизации, позволяют при существенном снижении вычислительной сложности обеспечить обнаружение, определение конфигурации и устранение петель при минимальном нарушении связности сети, а предложенный на основе модифицированного алгоритма Флойда–Уоршалла метод выбора маршрута передачи сигнала синхронизации обеспечивает нахождение маршрута передачи с минимальным числом переприемов; **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы теории графов и теории матриц, алгоритм Флойда–Уоршалла; **изложены** метод выбора маршрута передачи сигнала синхронизации в сети тактовой синхронизации, отличающийся от известных тем, что для обеспечения минимального числа переприемов используется модифицированный алгоритм Флойда–Уоршалла; метод обнаружения петель в сети тактовой синхронизации, основная идея которого

заключается в удалении нулевых строк и столбцов в матрице смежности графа сети синхронизации; метод устранения петель в сети тактовой синхронизации путем удаления минимального числа связей в графе, построенный на основе определения компонент связности графа сети синхронизации и анализа матрицы циклов графа сети синхронизации; **раскрыта** взаимосвязь между структурой сети синхронизации и вычислительной сложностью метода обнаружения петель; **изучены** основные аспекты, связанные с оценкой вычислительной сложности предложенных методов; **проведена модернизация** существующих методов обнаружения петель в сетях синхронизации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны внедрены методики обнаружения и устранения петель в сети тактовой синхронизации на этапе проектирования в ПАО "ГИПРОСВЯЗЬ", а также материалы для лекций и практических занятий в рамках курсов «Проблемы построения оптических систем передачи и сетей синхронизации», «Инфокоммуникационные системы специального назначения», «Цифровые системы передачи» в СПбГУТ; **определены** возможности применения на практике методов обнаружения и устранения петель в сети тактовой синхронизации; **создано** программное обеспечение, позволяющее реализовать предложенные методы, которое может быть использовано как на этапе проектирования, так и при разработке отдельных модулей сети управления; **представлены** результаты моделирования, подтверждающие работоспособность предложенных методов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для экспериментальных работ результаты получены с использованием математического программного обеспечения Mathcad; **теория** построена на известных положениях теории графов и матриц, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и по смежным отраслям; **идея базируется** на методах построения сетей тактовой синхронизации; **использовано** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике; **использовано** сравнение полученных в диссертационной работе результатов и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении всех основных результатов диссертационной работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания.

1. Назовите хоть какое-нибудь одно число, какой параметр системы стал лучше и во сколько раз благодаря Вашим усилиям совокупно по всей диссертации. Чисел у Вас в выводах нет.

2. Третье научное положение. В чем здесь научная новизна.

Заданы вопросы:

1. Известно, что есть целый класс алгоритмов поиска кратчайшего пути, начиная от простейшего поиска в ширину, алгоритм действий и так далее. Какие особенности сети тактовой синхронизации заставили Вас выбрать именно алгоритм Флойда-Уоршалла для того, чтобы его модифицировать и достичь тех результатов, которые Вы нам показали?

2. Почему исходный алгоритм Флойда-Уоршалла с этим не справляется, а модифицированный справляется? Не видно механизма. Почему тот не справляется, а этот справляется.

Соискатель Лобастова М.В. в ходе заседания ответила на задаваемые ей вопросы и привела собственную аргументацию.

По первому вопросу. Действительно существует целый ряд алгоритмов, которые позволяют выявлять минимальное расстояние в графах. Что же касается алгоритма Флойда-Уоршалла, почему был выбран именно он. Во-первых, алгоритм достаточно прост в реализации, если говорить о количестве операций, которые необходимо произвести для обнаружения этих расстояний, самых коротких - это фактически n в кубе для всех путей. Получается для одного маршрута достаточно произвести n в квадрате операций. Кроме того, этот алгоритм достаточно известен и используется на нашей кафедре в ряде работ, поэтому, в общем-то, его выбрали.

По второму вопросу. Потому что без изменений алгоритм Флойда-Уоршалла даст конечно результат по минимальному расстоянию, но нас-то интересует не расстояние, а то, сколько мы переприемов сигнала произвели.

Согласилась с замечаниями и привела собственную аргументацию, что если сравнить, например, данный метод с методом возведения матрицы смежности в степень, равную ее порядку, то, например, уже при 10 узлах значение количества вычислительных операций уменьшится более чем в 2 раза.

Новизна заключается в том, что мы в сети синхронизации пытаемся устранить самое маленькое количество связей для нарушения петель. И вот как раз для этого подхода и находим компоненту связности, внутри нее определяем фундаментальные циклы и их пересечения по ребру, т.е., это ребро ищется по матрице циклов. В ней определяется сумма элементов в каждом из столбцов. Если ребро входит в несколько циклов, то естественно, элемент получается не единичным, а каким-то большим и элемент с наибольшей суммой элементов показывает, во сколько циклов войдет данное ребро. Удалив его, мы устраняем связи. Как раз это позволяет сделать такой выигрыш. Если говорить о том, чтобы просто устранить петли любым способом, то достаточно в каждом цикле удалить одно ребро и циклы будут разрушены, но мы хотим устранить небольшое количество связей, чем меньше, тем лучше.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Разработка и исследование методов маршрутизации и определения структуры для сетей тактовой синхронизации» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 2, 3 и 14 паспорта научной специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

На заседании 08 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Лобастовой М.В. ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи, имеющей значение для отрасли связи, а именно: разработку методов решения проблемы замкнутых петель в сетях синхронизации с возможностью их реализации при функционировании сети, а также метода нахождения кратчайшего маршрута для передачи сигнала синхронизации.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой

диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Гоголь Александр Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук, доцент



Маколкина Мария Александровна

10 декабря 2021 года