

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.038.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАЛТИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВОЕНМЕХ»
ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, 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, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 10 сентября 2025 г. № 19

О присуждении Григорьеву Евгению Константиновичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах обработки информации» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика **принята к защите** 30 июня 2025 года, протокол № 17 объединенным диссертационным советом 99.2.038.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 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 № 44/нк от 30 января 2017 года.

Соискатель Григорьев Евгений Константинович, 22 июня 1995 года рождения, работает старшим преподавателем в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России).

В 2019 году соискатель окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» с присвоением квалификации магистра. С 01.10.2019 по 30.09.2023 гг. являлся аспирантом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

В 2023 году окончил освоение программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Диссертация выполнена на кафедре вычислительных систем и сетей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России).

Научный руководитель – доктор технических наук, Сергеев Михаил Борисович, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», кафедра вычислительных систем и сетей, 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;

2. Ляхов Павел Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», кафедра математического моделирования, заведующий кафедрой, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Евсютиным Олегом Олеговичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой информационной безопасности киберфизических систем Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова, утвержденном Вадимом Валерьевичем Радаевым, доктором экономических наук, профессором, первым проректором федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», указала, что научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе корректно формализованы, достоверны и обоснованы. Совокупность работ достаточно полно отражает основные результаты диссертационного исследования. Все основные результаты диссертации получены автором самостоятельно. Полученные теоретические и практические результаты не противоречат результатам исследований, опубликованных в отечественных и международных изданиях, проведенных по тематике, близкой к тематике диссертационной работы. При решении задач автором грамотно использованы методы системного анализа, методы теории квазиортогональных матриц, теории

кодирования, а также методы имитационного моделирования. Григорьевым Е.К. в диссертационной работе решена научная задача по разработке метода и алгоритмов на его основе для поиска структурированных квазиортогональных матриц, решение которой способствует развитию теории квазиортогональных матриц и, как следствие, расширяет круг и размер задач с ортогональными преобразованиями. Диссертация «Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах обработки информации» соответствует требованиям пунктов 9-10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Соискатель имеет 77 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 28, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 7, в том числе 5 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также: 4 работы в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 12 результатов интеллектуальной деятельности; 5 статей в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций; в том числе 4 отчета о НИР. Из них 6 работ опубликованы соискателем без соавторства. Общий объём авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 10,85 печ.л. из общего количества 85,38 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. Григорьев Е.К. Анализ спектральных характеристик результатов матричного маскирования изображений / Е.К. Григорьев // Труды учебных заведений связи. – 2024. – Т. 10, № 2. – С. 76-82. – DOI 10.31854/1813-324X-2024-10-2-76-82.3.

2. Григорьев Е.К. Оценка качества матричного маскирования цифровых звуковых данных / Е.К. Григорьев, А.М. Сергеев // Труды учебных заведений связи. – 2023. – Т. 9, № 3. – С. 6-13. – DOI 10.31854/1813-324X-2023-9-3-6-13.

3. Григорьев Е.К. Способ защитного кодирования данных, получаемых оптическими сенсорами беспилотных авиационных систем / Е.К. Григорьев, А.М. Сергеев // Труды МАИ. – 2023. – № 133.

4. Григорьев Е.К. Анализ корреляционных характеристик новых кодовых последовательностей, основанных на персимметричных квазиортогональных циркулянтах / Е.К. Григорьев // Труды учебных заведений связи. – 2022. – Т. 8, № 2. – С. 83-90. – DOI 10.31854/1813-324X-2022-8-2-83-90.

5. Григорьев Е.К. Поиск и модификация кодовых последовательностей на основе персимметричных квазиортогональных циркулянтов / Е.К. Григорьев, В.А. Ненашев, А.М. Сергеев, Е.В. Самохина // Телекоммуникации. – 2020. – № 10. – С. 27-33.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ:

6. Grigoriev E.K., Sergeev A.M. Quasi-orthogonal structured Mersenne matrices for masking digital video and audio data in distributed systems Proceedings of the International Conference on Information Processes and Systems Development and Quality Assurance: IPSQDA-2023, St. Petersburg, 22–24 March 2023. St. Petersburg: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023. – P. 57-59.

7. Sergeev M.B., Sentsov A.A., Nenashev V.A., Grigoriev E.K. Triple-Station System of Detecting Small Airborne Objects in Dense Urban Environment. In: Czarnowski, I., Howlett, R.J., Jain, L.C. (eds) Intelligent Decision Technologies. Smart Innovation, Systems and Technologies, 2021, vol 238. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2765-1_7

8. Grigoriev E.K., Sergeev A.M., Nenashev V.A., Gordeev I.R. Research of compression characteristics of modulated ultra-wideband signals formed on the basis of circulants of quasi-orthogonal matrices. Proc. SPIE 11862, Image and Signal Processing

for Remote Sensing XXVII, 118620Z (20 September 2021);
<https://doi.org/10.1117/12.2600133>

9. Grigoriev E.K., Sergeev A.M., Nenashev V.A., Nenashev S.A. Research and analysis of methods for generating and processing new code structures for the problems of detection, synchronization and noise-resistant coding. Proc. SPIE 11533, Image and Signal Processing for Remote Sensing XXVI, 115331L (20 September 2020);
<https://doi.org/10.1117/12.2574238>

Результаты интеллектуальной деятельности:

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023614622 Российская Федерация. Программа маскирования и демаскирования звуковой цифровой информации. Модуль демаскирования: № 2023613793: заявл. 03.03.2023: опубл. 03.03.2023 / Е.К. Григорьев, М.Б. Сергеев, А.М. Сергеев ; заявитель ГУАП.

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023614623 Российская Федерация. Программа маскирования и демаскирования звуковой цифровой информации. Модуль маскирования : № 2023613794 : заявл. 03.03.2023 : опубл. 03.03.2023 / Е.К. Григорьев, М.Б. Сергеев, А.М. Сергеев ; заявитель ГУАП.

12. Патент № 2801743 С1 Российская Федерация, МПК H03K 3/00. Устройство формирования модифицированных М-последовательностей : № 2023105091 : заявл. 06.03.2023 : опубл. 15.08.2023 / Е.К. Григорьев, А.М. Сергеев, В.А. Ненасhev, Д.В. Куртяник ; заявитель и патентообладатель ГУАП.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022683231 Российская Федерация. MATLAB-библиотека для генерации и анализа персимметричных квазиортогональных циркулянтов : № 2022683278 : заявл. 02.12.2022 : опубл. 02.12.2022 / Е.К. Григорьев ; заявитель ГУАП.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021615538 Российская Федерация. Программа генерации и анализа корреляционных характеристик новых кодовых конструкций, основанных на

персимметричных квазиортогональных циркулянтах : № 2021614858 : заявл. 09.04.2021 : опубл. 09.04.2021 / М.Б. Сергеев, Е.К. Григорьев, В.А. Ненашев, С.А. Ненашев ; заявитель ГУАП.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021664610 Российская Федерация. Программа поиска и анализа новых маркированных многоуровневых кодовых конструкций на основе циркулянтов квазиортогональных матриц произвольной длины : № 2021663951 : заявл. 09.09.2021 : опубл. 09.09.2021 / Е.К. Григорьев, В.А. Ненашев, И.Р. Гордеев, К.Ю. Рыжов ; заявитель ГУАП.

16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019612775 Российская Федерация. Программа вычисления структурированных квазиортогональных матриц Мерсенна : № 2019611351 : заявл. 14.02.2019 : опубл. 27.02.2019 / А.А. Востриков, А.М. Сергеев, Е.К. Григорьев [и др.] ; заявитель ГУАП.

17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019612935 Российская Федерация. Программа генерации квазиортогональных циклических матриц, сформированных на основе вычисления квадратичных вычетов : № 2019611539 : заявл. 19.02.2019 : опубл. 04.03.2019 / В.А. Ненашев, Е.К. Григорьев, М.Б. Сергеев [и др.] ; заявитель ГУАП.

18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660821 Российская Федерация. Программа генерации специальных квазиортогональных циклических матриц, сформированных на основе вычисления символов Якоби : № 2019619765 : заявл. 05.08.2019 : опубл. 13.08.2019 / А.А. Востриков, А.М. Сергеев, Е.К. Григорьев [и др.] ; заявитель ГУАП.

19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019660998 Российская Федерация. Программа вычисления специальных структурированных квазиортогональных матриц Мерсенна-Уолша: № 2019619831 : заявл. 05.08.2019 : опубл. 16.08.2019 / В.А. Ненашев, М.Б. Сергеев, Е.К. Григорьев [и др.] ; заявитель ГУАП.

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019664813 Российская Федерация. Программа генерации специальных квазиортогональных матриц, сформированных на основе модифицированных m-последовательностей : № 2019663534 : заявл. 30.10.2019 : опубл. 13.11.2019 / В.А. Ненашев, М.Б. Сергеев, Е.К. Григорьев [и др.] ; заявитель ГУАП.

21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019664814 Российская Федерация. Программа поиска специальных квазиортогональных матриц и генерации новых маркированных кодовых конструкций максимальной длины : № 2019663538 : заявл. 30.10.2019 : опубл. 13.11.2019 / В.А. Ненашев, М.Б. Сергеев, Е.К. Григорьев [и др.] ; заявитель ГУАП.

Публикации в других изданиях:

22. Григорьев Е.К. Стратегии вычисления персимметричных циклических квазиортогональных матриц как основы кодов / В.А. Ненашев, Е.К. Григорьев, А.М. Сергеев, Е.В. Самохина // Электросвязь. – 2020. – № 10. – С. 58-61. – DOI 10.34832/ELSV.2020.11.10.008.

23. Сенцов А.А. О построении интеллектуальной системы управления распределенными радиолокационными средствами для обнаружения объектов малоразмерной авиации в условиях плотной городской застройки / А.А. Сенцов, М.Б. Сергеев, Е.К. Григорьев // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. – 2024. – № 1(121). – С. 45-54

24. Григорьев Е.К. Об одном подходе к оценке качества маскирования визуальной информации / Е.К. Григорьев // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах 24 : Сборник докладов Четвертой Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 8–15 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2024. – С. 187-192. – DOI 10.31799/978-5-8088-1899-6-2024-4-187-191

25. Способ сжатия изображений в пространственно-распределенной системе интенсивного обмена информацией / В. А. Ненашев, А. А. Сенцов, К. Ю. Рыжов [и

др.] // Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах 23 : Сборник докладов Третьей Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 10–17 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2023. – С. 196-201. – DOI 10.31799/978-5-8088-1824-8-2023-3-196-201.

26. Григорьев Е.К. Помехоустойчивые кодовые конструкции для синхронизации функционирования пространственно-распределенных портативных РЛС / Е.К. Григорьев, С. А. Ненашев // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации : Сборник трудов XXIX Международной научно-технической конференции, Алушта, 14–20 сентября 2020 года. – Москва: Издательский Дом «МЕДПРАКТИКА-М», 2020. – С. 142-143.

27. Grigoriev E.K. Study of code sequences for modulating the phase of a radio signal / E. K. Grigoriev // Bulletin of the UNESCO department “Distance education in engineering” of the SUAI : Collection of the papers. Issue 7. – Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 2022. – P. 97-102.

28. Grigoriev E.K. Methods of generation and analysis of strategies for calculating cyclic quasi orthogonal matrices / E. K. Grigoriev // Bulletin of the UNESCO department “Distance education in engineering” of the SUAI: Collection of the papers. Issue 5. – Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 2020. – P. 73-76.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официального оппонента Колбанёва М.О., д-ра техн. наук, профессора; официального оппонента Ляхова П.А., канд. физ.-мат. наук, доцента; ведущей организации НИУ ВШЭ; Колесова Н.В., профессора, д-ра техн. наук, главного научного сотрудника АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»; Падерно П.И., профессора, д-ра техн. наук, профессора кафедры информационных систем ФГАОУ ВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; Смирнова Ю.М., профессора, д-ра техн. наук, ведущего специалиста ПАО «ЦНПО «Ленинец»; Фаворской М.Н., д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВО СибГУ им. М.Ф. Решетнева; Шальто А.А.,

д-ра техн. наук, профессора, профессора факультета информационных технологий и программирования ФГАОУ ВО НИУ ИТМО; Тюгашева А.А., д-ра техн. наук, доцента, профессора кафедры информатики и вычислительной техники ФГБОУ ВО СамГТУ; Кленина В.Л., канд. техн. наук, заместителя генерального директора по качеству АО "Научно-производственный центр «Аквамарин»; Хвоща С.Т., д-ра техн. наук, доцента, президента АО «Электронная компания «Элкус»; Юдина А.В., д-ра техн. наук, заведующего кафедрой электротехники и программируемой радиоэлектроники и Клюковкина В.Р., канд. техн. наук, доцента кафедры ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», Семенов Е.Г., д-ра техн. наук, профессора, заведующего кафедрой информационных систем и программной инженерии ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова»; Перова Р.А. канд. техн. наук, начальника научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра и Сорокина К.Н., канд. техн. наук, заместителя начальника научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра ФГК ВОР ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного» (Военная академия связи).

Все отзывы положительные, но имеются следующие замечания. В разделе 1 (в табл. 1.1) приводятся формульные значения элементов матриц Мерсенна, Ферма и Эйлера, которые в общем случае являются вещественными. В диссертации отсутствуют сведения о необходимой точности представления (вычисления) вещественных элементов для обеспечения симметричности выполняемых преобразований с маскируемым данными. В разделе 3 (стр. 52-55) автор рассматривает вопросы передачи помехоустойчивых маскированных видео и аудиофайлов по IP-сетям, не рассматривая возможные искажения или потери пакетов при передаче и не проводя анализ помехоустойчивости предлагаемого решения. В разделе 4 (стр. 70-71) при оценке спектральных характеристик результатов матричного маскирования изображений автором использовано только

одно изображение «Lena». Достаточная ли это экспериментальная база для формулирования выводов? В тексте диссертационной работы обнаружены опечатки (например, на стр. 10) и стилистические ошибки (например, на стр. 34). Чем обусловлен поиск предлагаемых матриц с вещественными значениями элементов? Вещественные значения элементов добавляют погрешности при вычислениях с использованием предлагаемых матриц, в отличие от, например матриц Адамара и Белевича. Автор работы заявляет (стр. 32), что найденные предлагаемым методом матрицы являются ядром Матриц Адамара, однако при рассмотрении примеров (стр. 40-47) отсутствуют конкретные подтверждения данного утверждения. На стр. 33 кратко описаны подходы к поиску квазиортогональных матриц, однако отсутствует сравнение с ними предлагаемого метода. Не до конца ясно преимущество предложенного в работе метода поиска матриц. В диссертационной работе (раздел 4.1) предложены кодовые последовательности с алфавитом $\{1, -b\}$, однако « b », как следует из текста диссертации является вещественным числом. В тексте работы отсутствуют пояснения как могут быть практически сформированы сигналы на основе предлагаемых кодовых последовательностей. Кроме того, не обозначены целевые системы и конфигурации, для которых данное решение может быть эффективно. В разделах 3 и 4 при рассмотрении методов маскирования не рассматриваются возможные атаки на передаваемую по открытому каналу информацию, а также возможные потери при передаче. В диссертационной работе при анализе спектральных характеристик маскированных изображений (раздел 4) было использовано только одно тестовое изображение. Не ясно, можно ли обобщить полученные результаты на остальные изображения. В заключении диссертации недостаточно освещен вопрос дальнейший направлений исследований по теме диссертационной работы. В работе встречаются опечатки и стилистические неточности. В разделе 2.1 диссертации автором недостаточно подробно обоснован выбор сделанных допущений для поиска циклических квазиортогональных матриц больших порядков. В теоретической и практической части диссертации не обоснован выбор точности вычислений. Например, в примерах 1 и 2 раздела 2.3

используются четыре десятичных знаков после запятой. На графиках рисунков 4.1., 4.2 и 4.3 используются пять десятичных знаков после запятой, а также величины порядков 10-17 и 10-18, которые, по-видимому, являются машинным нулем в выбранной среде моделирования. Автор проводил моделирование обработки только одного хорошо известного изображения Lena. Каким образом может гарантироваться воспроизводимость результатов исследования на других изображениях? На основании данных из рисунка 4.7 автор делает вывод о равномерном распределении полученной информации, упоминая при этом критерии согласия Колмогорова-Смирнова и Пирсона. Однако, в работе отсутствуют расчеты, подтверждающие такой вывод. В работе отсутствуют структурированные рекомендации по практическому применению полученных в диссертации результатов. В заключении диссертации недостаточно подробно освещены вопросы об ограничениях разработанных автором методов и подходов и о наиболее перспективных направлениях дальнейших исследований в области квазиортогональных матриц. В автореферате недостаточно подробно раскрыты ограничения предложенного метода, например вычислительная сложность для матриц высоких порядков; Не приведено сравнение с существующими аналогами в части эффективности маскирования цифровой информации. Используемый автором термин «поиск» не всегда представляется корректным. Автор оперирует по отношению к преобразованию информации терминами: помехоустойчивость и помехозащищенность, не раскрывая их различия. На стр. 14 и 15 автореферата оцениваются корреляционные свойства для кодовых последовательностей, получаемых на основе использования трех стратегий поиска матриц. Однако отсутствуют результаты сравнения корреляционных свойств получаемых кодовых последовательностей со свойствами известных, например, кодовых последовательностей Баркера. На страницах 14 и 15 автореферата недостаточно полно раскрыты преимущества несимметричного алфавита для разработки помехоустойчивых кодов. На странице 16, где говорится о совпадении исходного и демаскированного звуковых файлов (рис. 8), подтвержденного метриками MSE и

SNR, значения этих метрик не приведены. На странице 6 автореферата указано, что требования к значению отрицательного элемента в матрице должны быть ослаблены, сделав его функцией от порядка m , однако описание этой зависимости отсутствует. На странице 9 автореферата в формулах (4) и (5) используются обратные матрицы, которые для ортогональных матриц являются транспонированными, но отсутствуют пояснения, почему используется именно такая форма записи. Автор на стр. 13 ограничивается алгоритмами с использованием символов Лежандра, Якоби и m -последовательностей (стратегии 1-3), но на стр. 11 автореферата говорится, что «... могут быть использованы последовательности Лежандра и Якоби, m -последовательности, GMW-последовательности, WG последовательности, 3-term и 5-term последовательности. Из автореферата не ясно, какое из утверждений используется в диссертации? В автореферате приведены порядки матриц, вычисленные предлагаемым автором методом, однако нет оценки границы работоспособности метода. Не ясно, на всех ли порядках, равных простым числам, можно вычислить рассматриваемые циклические матрицы. В автореферате недостаточно аргументирован выбор в пользу поиска переимметричных матриц. Из текста автореферата не ясно, как определяется значение веса матрицы ω в формуле (1) – является ли вес функцией или константой. Отсутствие критериев особенностей восприятия передаваемой визуальной информации зрительной системой человека в разделе 3. Малая выборка (всего пять испытуемых) для получения субъективной оценки при визуальном анализе маскировочных изображений в разделе 4. В автореферате не раскрыта связь между весом матрицы (ω), порядком (n) и вторым элементом ($-b$), что не позволяет оценить существенные отличия от матриц Адамара. Не пояснено, как вещественное значение элемента b влияет на результаты преобразований и с какой точностью его необходимо представлять, особенно в сравнении с матрицами Адамара, где элементы равны ± 1 и преобразования являются точными. Неясно, проводилось ли сравнение предложенного метода с известными переборными методами поиска матриц Адамара на основе сформированной первой строки. Акцент в результатах

сделан на методе поиска, тогда как алгоритмы, реализованные в зарегистрированных программах, представлены неявно, что может вызывать неоднозначную интерпретацию. На стр. 8 автореферата сформулировано допущение о том, что искомые матрицы на порядках $4t - 1$ являются «ядром» матриц Адамара, существующих на порядках $4t$, однако не приводятся примеров их получения «...с добавлением каймы»; Из автореферата не ясно: на всех ли порядках $4t - 1$ могут быть найдены предложенным методом матрицы или только на соответствующий простым числам из этой последовательности. В работе приведены теоретические результаты, направленные на расширение набора доступных матриц для решения задач обработки и передачи информации, однако в автореферате не приведены акты реализации в предметной области. В автореферате не приведены численные значения эффективности обработки и передачи информации при внедрении новых квазиоптимальных матриц по сравнению с алгоритмом перебора.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их достижений в отрасли науки, связанной с тематикой диссертации, наличием у них актуальных публикаций в соответствующей и смежных сферах научных исследований, способностью квалифицированно оценить актуальность, теоретическую значимость и практическую ценность диссертации. Профессор, д-р техн. наук, профессор кафедры информационных систем и технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» Колбанёв М.О. является одним из ведущих специалистов в стране по развитию сетей связи, в том числе с использованием технологий множественного доступа, что позволяет на высоком уровне оценить содержательную часть работы в системном плане. Доцент, канд. физ.-мат. наук, заведующий кафедрой компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» Ляхов П.А. хорошо известен своими трудами в области разработки методов и алгоритмов вейвлет-анализа для задач цифровой обработки сигналов. Ведущая

организация - федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», в частности, кафедра информационной безопасности киберфизических систем Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова зарекомендовала себя достижениями в области внедрения методов анализа и обработки информации, в том числе с использованием специальных матриц, в частности силами таких ученых, как Евсютин О.О., Воднев А.А. и т.д.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработан новый метод поиска структурированных двухуровневых квазиортогональных матриц нечетных порядков, позволяющий осуществлять поиск матриц циклической структуры (в том числе высоких порядков) без применения переборных процедур; **предложены** варианты применения строк циклических квазиортогональных матриц в качестве альтернативы кодовым последовательностям, основанным на разностных множествах Адамара, с целью обеспечения лучших автокорреляционных характеристик, а также самих матриц в качестве матриц маскирования цифровой информации; **доказана** перспективность использования двухуровневых циклических квазиортогональных матриц в качестве кодовых последовательностей с хорошими корреляционными характеристиками, а также в качестве матриц маскирования цифровых данных; **введены** предложения по оценке качества матричного маскирования цифровых данных, что делает возможным проведения оценки качества маскирования, ранее не производившуюся из-за отсутствия критериев.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана взаимосвязь матриц Адамара с бинарными кодовыми последовательностями с одноуровневой периодической автокорреляционной функцией, что позволило синтезировать новый подход к поиску структурированных квазиортогональных матриц нечетных порядков с двумя значениями элементов; **применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** общие методы системного

анализа, методы и методология теории квазиортогональных матриц, теории кодирования, а также имитационного моделирования; **изложены** доказательства работоспособности и достаточной для инженерных применений точности получаемых результатов поиска предлагаемым методом циклических квазиортогональных матриц; **раскрыты** основные этапы метода поиска двухуровневых циклических квазиортогональных матриц в котором дизайн искомой матрицы задается первой строкой последовательности основанной на разностных множествах Адамара; **изучены** влияния порядков и структур квазиортогональных матриц на результаты маскирования цифровой информации; **проведена модернизация** метода матричного маскирования цифровой информации для возможности осуществления маскирования аудиоданных.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены метод, алгоритмы и программные средства в учебный процесс Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения на кафедрах вычислительных систем и сетей и инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также использованы в следующих научно-исследовательских работах:

– НИР «Поиск и исследование экстремальных квазиортогональных матриц для обработки информации» гос. рег. № АААА-А17-117042710042-9, Госзадание Минобрнауки РФ (соглашение № 2.2200.2017/4.6), а именно: метод и алгоритмы вычисления новых циклических квазиортогональных матриц;

– НИР «Интеллектуальная система управления распределенными радиолокационными средствами для обнаружения БПЛА в условиях плотной городской застройки» (проект РФФИ 19-29-06029) гос. рег. № АААА-А19-119101590059-7, а именно: стратегии вычисления квазиортогональных циркулянтов как основы для формирования новых кодовых последовательностей и новые кодовые последовательности для кодирования сигналов в радиоканале; – НИР «Научные основы построения архитектур и систем связи бортовых информационно-вычислительных комплексов нового поколения для авиационных, космических

систем и беспилотных транспортных средств», гос. рег. № AAAA-A20-120060290131-9, Госзадание Минобрнауки РФ (соглашение № FSRF-2020-0004), а именно: результаты анализа корреляционных характеристик кодовых последовательностей, основанных на строках циклических квазиортогональных матриц;

– НИР «Фундаментальные основы построения помехозащищенных систем космической и спутниковой связи, относительной навигации, технического зрения и аэрокосмического мониторинга», гос. рег. № 123030100022-6, Госзадание Минобрнауки РФ (соглашение № FSRF-2023-0003), а именно: методы матричного маскирования/демаскирования цифровой звуковой информации, единый подход к анализу качества маскирования цифровой аудиовизуальной информации в части разрушения структуры исходного сообщения;

определены перспективы практического применения предложенного метода поиска циклических квазиортогональных матриц для решения задач синтеза кодовых последовательностей с хорошими корреляционными характеристиками и матричного маскирования цифровой информации; **создан** подход к оцениванию качества матричного маскирования аудио и визуальной информации; **представлены** рекомендации по дальнейшему внедрению в методы, использующие ортогональные преобразования, циклических двухуровневых квазиортогональных матриц.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для **экспериментальных работ** представленный в диссертационной работе метод снабжен рядом примеров применения, позволяющих адекватно оценить воспроизводимость результатов; **теория** построена на фундаментальных положениях теории матриц, методах компьютерного моделирования и результатах фундаментальных работ в рассматриваемой области наук; **идея базируется** на анализе практики, обобщении передового опыта в области поиска структурированных квазиортогональных матриц; **использованы** сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике; **установлено**, что в предлагаемом метод поиска матриц дизайн искомой матрицы

задается первой строкой последовательности, основанной на разностных множествах Адамара, что упрощает процесс получения матрицы в виду отсутствия необходимости поиска расположения элементов матрицы перебором; **использованы** современная научная база, современные подходы к проведению моделирования рассматриваемых систем с помощью метода компьютерного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в классификации двухуровневых квазиортогональных циклических матриц, позволившей установить их взаимосвязь с матрицами Адамара; разработке алгоритмов поиска и вычисления двухуровневых квазиортогональных матриц циклической структуры; создании программ для обработки цифровых аудиосигналов с применением найденных циклических квазиортогональных матриц, реализующих функции маскирования и демаскирования данных; разработке кодовых последовательностей с улучшенными автокорреляционными свойствами; разработке общего подхода к анализу качества разрушения маскированных звуковых и визуальных данных. С 2020 по 2024 годы соискатель выступал с докладами на международных научных конференциях. Личное участие автора в получении изложенных в диссертации результатов подтверждено наличием единоличных публикаций в количестве 6 штук.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: значительное внимание уделено методу и алгоритмам поиска квазиортогональных малоуровневых матриц. Однако, глубокое изучение сути диссертации показывает, что она посвящена вопросам получения кодов и обработки визуальной и звуковой информации с применением таких матриц, а структура искомых матриц и метод их вычисления определены исходя из необходимых параметров результатов обработки.

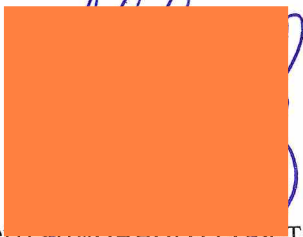
Соискатель Григорьев Евгений Константинович в ходе заседания **ответил** на задаваемые ему вопросы, **согласился с замечаниями** и привел собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах обработки информации» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 3, 4, 5 и 12 паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

На заседании 10 сентября 2025 года объединенный диссертационный совет принял решение присудить Григорьеву Е.К. ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке метода и алгоритмов на его основе для поиска структурированных квазиортогональных малоуровневых матриц и их применению в системах преобразования и передачи информации.

При проведении тайного голосования объединенный диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Киричек Руслан Валентинович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

12 сентября 2025 года

