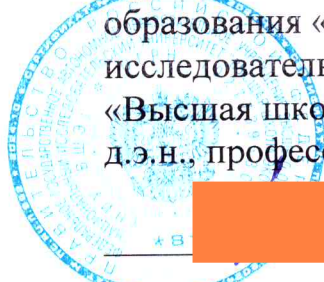


УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор федерального  
государственного автономного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный  
исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

д.э.н., профессор Вадим Валерьевич Радаев



«21» августа 2025 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Григорьева Евгения  
Константиновича

«Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах  
обработки информации»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических  
наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка  
информации, статистика

#### *Актуальность темы диссертации*

Ортогональные (квазиортогональные) матрицы широко применяются в задачах обработки и преобразования информации. Для решения прикладных задач предпочтительными являются матрицы простой структуры с небольшим количеством значений элементов (уровней). Следствием использования подобных матриц является упрощение преобразований с их использованием, снижение затрат памяти на хранение или сокращение времени генерации матрицы, если это необходимо.

К наиболее известным относятся матрицы Адамара с элементами 1 и -1, применяемые в помехоустойчивом кодировании информации, кодовом разделении каналов, сжатии данных, криптографии. Научный интерес к ним не проходит и обусловлен их свойствами и разнообразием структур,

научным сообществом формируются специальные таблицы таких матриц. Григорьевым Е.К. в диссертационной работе решается 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.

С учетом вышеизложенного диссертационное исследование Григорьева Е.К. безусловно является актуальным.

### ***Новизна полученных результатов и выводов***

К научной новизне результатов диссертационной работы следует отнести:

- новый метод поиска двухуровневых циклических квазиортогональных матриц на основе анализа взаимосвязей между матрицами максимума детерминанта и кодовыми последовательностями с одноуровневой периодической автокорреляционной функцией;

- демонстрацию возможности найти квазиортогональную матрицу на единицу меньшего порядка, чем матрица Адамара с циклическим «ядром», представляющим собой циклический сдвиг разностного множества Адамара;

- предложенный единый подход к оценке качества результатов матричного маскирования аудио/визуальной информации на основе сравнительного анализа с белым шумом, позволяющий оценить степень защищенности результата матричного маскирования.

### *Апробация работы и публикации*

Основные научные положения диссертационного исследования были апробированы на следующих международных научно-технических конференциях:

1. XXVI и XXVII Международные конференциях SPIE «Image and Signal Processing for Remote Sensing» (Шотландия, г. Эдинбург, 2020 г. и Испания, г. Мадрид, 2021 г.),

2. «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации» XXIX (Алушта, 2020 г.),

3. 13th International KES Conference «Intelligent Decision Technologies-2021» (дистанционно, 2021 г.),

4. XII International Society of Automation (ISA) student research long distance conference (Санкт-Петербург, 2022 г.),

5. International Conference on Information Processes and Systems Development and Quality Assurance (Санкт-Петербург, 2023 г.);

6. Третья и Четвертая Международные научные конференции «Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах» (Санкт-Петербург, 2023 и 2024 г.)

По результатам проведенных исследований автором опубликовано 7 статей в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК РФ, 5 из которых по искомой научной специальности. 4 работы автора опубликованы в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science, еще 5 работ в иных изданиях и сборниках научных трудов конференций. Зарегистрировано 11 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 1 патент на изобретение. Автор также является исполнителем в 4 НИР.

Совокупность опубликованных работ достаточно полно отражает основные результаты диссертационного исследования.

### ***Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации***

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации, корректно формализованы, достоверны и обоснованы. Все основные результаты диссертации получены автором самостоятельно. Полученные теоретические и практические результаты не противоречат результатами исследований, опубликованных в открытых отечественных и международных изданиях, проведенных ранее 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.

### ***Соответствие содержания диссертации автореферату и указанной специальности***

Диссертационная работа Григорьева Е.К. состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы и трех приложений. Работа изложена на 129 страницах, содержит 30 рисунков и 15 таблиц. Список литературы содержит 174 наименования. Содержание работы соответствует целям и задачам исследования. Материалы диссертации и автореферата изложены в логической последовательности, соответствуют принципам целостности содержания и его внутреннего единства. Текст диссертации и автореферата оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат адекватно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации. Название работы полностью отражает ее содержание, а научные результаты диссертации соответствуют

пунктам 3, 4, 5 и 12 паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

### ***Значимость результатов для науки и производства***

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы определяются тем, что в ней:

- показано, что использование символов Лежандра и Якоби позволяет находить квазиортогональные матрицы циклической и производных от нее структур;

- показано, что строки циклических квазиортогональных матриц, найденных предложенным в работе методом, могут найти применение в коммуникационных системах, в качестве несимметричных кодовых последовательностей большой длины для модуляции сигналов;

- показано, что у строк найденных циклических квазиортогональных матриц, так же, как и у кодовых последовательностей, основанных на разностных множествах Адамара, одноуровневая периодическая автокорреляционная функция, при этом аperiodическая автокорреляционная функция обладает улучшенными свойствами;

- показана простота применения найденных циклических квазиортогональных матриц в распределенных коммуникационных системах для обеспечения конфиденциальности передаваемой информации, а также предложен единый подход к оценке качества результатов маскирования, на основе их сравнительного анализа с белым шумом.

Основные научные результаты диссертационного исследования использованы в рамках следующих 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;

– «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, новые кодовые последовательности для кодирования сигналов в радиоканале;

– «Научные основы построения архитектур и систем связи бортовых информационно-вычислительных комплексов нового поколения для авиационных, космических систем и беспилотных транспортных средств», гос. рег. № АААА-А20-120060290131-9, Госзадание Минобрнауки РФ (соглашение № FSRF-2020-0004), а именно: результаты анализа корреляционных характеристик кодовых последовательностей, основанных на строках циклических квазиортогональных матриц;

– «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.

Результаты работы также внедрены в учебный процесс Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения на кафедрах «Вычислительных систем и сетей» и «Инфокоммуникационных технологий и систем связи».

Представленные в диссертации теоретические и практические результаты являются базой для разработки новых радиотехнических

устройств и систем нового поколения, предназначенных для обнаружения, оценки координат и формирования радиолокационного изображения, а также новых методов помехоустойчивой и скрытой передачи данных в условиях сложной помеховой обстановки, и рекомендуются к использованию в таких организациях как ЦНПО «Ленинец», АО «Концерн «Гранит-Электрон», АО «НПЦ «Аквамарин», АО «Электронная компания «Элкус» и др., осуществляющих разработку перспективных изделий в сфере радиолокации и телекоммуникаций.

### ***Замечания по диссертационной работе***

1. 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 маскируемыми данными.

2. 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.

3. 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?

4. В тексте диссертационной работы обнаружены опечатки (например, на стр. 10) и стилистические ошибки (например, на стр. 34).

### ***Вывод***

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы. Диссертационная работа Григорьева Евгения Константиновича «Поиск и применение циклических квазиортогональных матриц в задачах», 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.

Отзыв подготовлен кандидатом технических наук, заведующим кафедрой информационной безопасности киберфизических систем Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» Евсютиным Олегом Олеговичем.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры информационной безопасности киберфизических систем Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», протокол № 3 от «18» августа 2025 года.

**Сведения о ведущей организации:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
(НИУ ВШЭ)

Адрес: 101000 г. Москва, ул. Мясницкая, 20.

Тел.: (495) 771-32-32

Электронная почта: [hse@hse.ru](mailto:hse@hse.ru)

Сайт: <http://www.hse.ru>

Заведующий кафедрой  
информационной безопасности  
киберфизических систем  
канд. техн. наук, доцент



Евсютин Олег Олегович

