

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.233.05  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ», МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 27 марта 2018 г. № 4/18 о присуждении Чернышеву Станиславу Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Разработка и исследование метода матричного маскирования видеоинформации в глобально распределенных системах»

**по специальности** 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

**принята к защите** 23 января 2018 года, протокол № 1/18, диссертационным советом Д 212.233.05, созданном на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство образования и науки Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, приказ №741/нк от 08.07.2015 г.

**Соискатель** Чернышев Станислав Андреевич, 1989 года рождения, гражданин Российской Федерации. В 2012 году соискатель с отличием окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». В том же году Чернышев С.А. поступил в аспирантуру очной формы обучения

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». В 2016 году окончил аспирантуру с представлением диссертационной работы на кафедре вычислительных систем и сетей. В настоящее время Чернышев С. А. работает в должности преподавателя кафедры №44 вычислительных систем и сетей ГУАП, Министерство образования и науки Российской Федерации.

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

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Сергеев Михаил Борисович, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», кафедра вычислительных систем и сетей, заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

1. Фаворская Маргарита Николаевна, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», кафедра «Информатика и вычислительная техника», заведующий кафедрой.

2. Зубакин Игорь Александрович, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра «Телевидение и видеотехника», доцент.

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук» (СПИИРАН), г. Санкт-Петербург, в своем **положительном** отзыве, подписанном Кулешовым Сергеем Викторовичем, доктором технических наук, заведующим лабораторией автоматизации научных исследований и Осиповым Василием Юрьевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим лабораторией информационно-вычислительных систем и технологий программирования и утвержденным ВРИО директора СПИИРАН Ронжиным Андреем Леонидовичем, доктором технических наук, профессором, указала, что диссертационная работа Чернышева С. А. является законченной научно-квалификационной работой, по своей актуальности, достоверности и обоснованности результатов, теоретической и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. В диссертационной работе содержится решение актуальной и практически значимой научной задачи - защиты изображений и видеоинформации в глобально распределенных системах, имеющей важное значение для развития и использования этих систем. Соискатель Чернышев Станислав Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

**Соискатель имеет** 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, 2 работы индексируются в Scopus. Получены 5 свидетельств о государственной регистрации программного обеспечения для ЭВМ по тематике диссертационной работы. Получены акты о внедрении результатов диссертационной работы от двух организаций: ООО «АСК Лаборатория» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». В работах, опубликованных вместе с соавторами, личный вклад соискателя заключается в разработке метода

матричного маскирования/демаскирования цифровой визуальной информации, выборе для разработанного метода квазиортогональных матриц Мерсенна, вычислении и визуализации особых изображений для матриц Мерсенна, инвариантных к двустороннему матричному преобразованию, а также непосредственном проведении экспериментальных исследований.

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

1. *Чернышев, С.А.* Об оценке устойчивости к искажениям изображений, маскированных М-матрицами / С.А. Чернышев, А.А. Востриков // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики.* 2013. № 5. С. 99-103.
2. *Чернышев, С.А.* О выборе матриц для процедур маскирования и демаскирования изображений / С.А. Чернышев, А.А. Востриков, О.В. Мишура, А.М. Сергеев // *Фундаментальные исследования.* – 2015. – № 2–24. – С. 5335-5339.
3. *Чернышев, С.А.* Цифровое маскирование матрицами Мерсенна и его особые изображения / С.А. Чернышев, Ю.Н. Балонин, А. А. Востриков, Е.А. Капранова, А. М. Сергеев, О. И. Сеницына // *Фундаментальные исследования,* № 4, 2017. С.13 – 18
4. *Chernyshev, S. A.* Implementation of Novel Quasi-Orthogonal Matrices for Simultaneous Images Compression and Protection / S. A. Chernyshev, A. A. Vostrikov // *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications.* 2014. Т. 262. С. 451-461. DOI: 10.3233/978-1-61499-405-3-451
5. *Chernyshev, S.* Digital masking using Mersenne matrices and its special images / S. Chernyshev, A. Vostrikov, M. Sergeev, N. Balonin, // *Procedia Computer Science. Vol. 112, Elsevier, 2017, P. 1151-1159.* DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.156>

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы из 8 организаций (все отзывы положительные):**

1. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) (подписал заведующий кафедрой «Технологии программирования», доктор технических наук, профессор А.А. Шалыто). Замечания: **1)** на странице 17 при обсуждении результатов демаскирования появляется ранее не упоминавшееся кронекерово умножение. Не ясно, следует ли рассматривать предлагаемое в методе двустороннее умножение как кронекерово; **2)** в работе не рассмотрены вопросы влияния известных и наиболее часто используемых алгоритмов кадрового сжатия типа JPEG на качество маскированного/демаскированного изображений; **3)** в автореферате приведены иллюстрации и численные показатели оценки результатов преобразования только для выбранных тестовых примеров. Из текста не ясно, какие результаты были получены в экспериментах при обработке последовательности из 1 000 изображений. Более наглядно было бы иллюстрировать метод и алгоритмы с помощью именно таких результатов; **4)** Слабое обоснование выбора самих матриц Мерсенна для двустороннего матричного преобразования. Существует большое количество ортогональных базисов, в том числе с двумя значениями элементов, как у матриц Мерсенна. Не ясно, в чем уникальность матриц Мерсенна.

2. АО «Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры» (подписали начальник НИО исследований и разработки радиолокационных систем и комплексов, доктор технических наук Е. А. Сеницын и начальник НТЦ «Навигация и посадка», кандидат технических наук Г.А. Ершов, утвердил заместитель генерального директора АО «ВНИИРА» по научной работе – генеральный конструктор, кандидат технических наук В.М. Король). Замечания: **1)** автор рассмотрел только один алгоритм сжатия без потерь маскированных изображений; **2)** не приведена количественная оценка

уменьшения объема информации при сжатии маскированного изображения алгоритмом Deflate; 3) не оценен, даже теоретически, выигрыш в производительности при параллельной реализации вычислений в ПЛИС; 4) описание маскирующих матриц Мерсенна, представляющих в контексте диссертации наибольший интерес, очень краткое, не дающее возможности всесторонне оценить обоснованность выбора автора; 5) на странице 17 автореферата говорится о том, что «...в эксперименте для метода маскирования не производился выбор оптимальной маскирующей матрицы Мерсенна для конкретного типа изображений». Не ясно, что следует оптимизировать: порядок матрицы или ее структуру?

3. ЗАО «НПЦ «Аквамарин» (подписал заместитель генерального директора по научно-техническому сотрудничеству, доктор технических наук А.В. Рудинский). Замечания: 1) приведенные числовые значения метрик таблиц 1 и 2 затрудняют оценку качества восстановленных изображений, так как не указаны их допустимые границы; 2) в работе не достаточно полно охарактеризована природа происхождения помех и их влияние на реальные маскированные изображения.

4. АО «НИИ телевидения» (подписали заместитель главного инженера – начальник научно-технического комплекса, кандидат технических наук В. А. Зимин и старший научный сотрудник научно-технического комплекса, кандидат технических наук А. В. Денисов, утвердил заместитель директора по научной работе, доктор технических наук, профессор А.К. Цыцулин). Замечания: 1) пункт Основные научные положения, выносимые на защиту неправильно трактуется соискателем. Данные положения должны подразумевать слова «Я утверждаю, что...». Что утверждает соискатель из представленных в автореферате положений - не ясно; 2) в тексте автореферата не достаточно четко выполнена математическая постановка задачи исследования; 3) к сожалению, в автореферате не указаны исходные данные корневых изображений, а сразу представлена оценка восстановленных изображений.

Данный факт затрудняет произвести оценку полноты проделанной работы соискателем.

5. АО «Концерн «Гранит-Электрон» (подписал начальник НТЦ-842 АО «Концерн «Гранит-Электрон», кандидат технических наук Б.В. Зобин, утвердил первый заместитель генерального директора по науке АО «Концерн «Гранит-Электрон», доктор технических наук, профессор Ю.Ф. Подоплекин). Замечания: 1) из текста автореферата не ясно, почему разработанный метод ориентирован только на защиту видеoinформации и изображений с малым временем актуальности, каково это время в абсолютном выражении.

6. АО «КБ Юпитер» (подписал кандидат технических наук, доцент С. К. Круглов, утвердил генеральный директор АО «КБ Юпитер», лауреат премии Правительства РФ И.Г. Бронштейн). Замечания: 1) автором не приведена количественная оценка уменьшения объема сжатого маскированного изображения алгоритмом Deflate, относительно исходного маскированного изображения. Особенно интересен был бы результат для представления пикселов изображения 8 байтами, что несомненно является избыточным для выбранного вида представления изображений; 2) не приведены обеспечиваемые встроенным программным обеспечением технические характеристики видеонакопителя, что не позволяет объективно оценить эффект от внедрения разработанного метода (алгоритма). Автор ограничивается общими словами в п.6 «Основных результатов работы».

7. ПАО «Информационные телекоммуникационные технологии» (ПАО «Интелтех») (подписал начальник отдела отделения информационной безопасности, кандидат технических наук, доцент А. А. Рощин, утвердил первый заместитель генерального директора ПАО «Интелтех» по научной работе, кандидат военных наук, доцент И.А. Кулешов). Замечания: 1) недостаточно полно раскрыты вопросы обоснования времени актуальности защищаемой фото- и видеoinформации обрабатываемой в рассматриваемых видеосистемах; 2) недостаточно полно рассмотрены угрозы безопасности на

содержание маскированной визуальной информации, а также вопросы стойкости защиты.

8. ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьёва» («РГАТУ им. П. А. Соловьёва») (подписала профессор кафедры вычислительных систем, кандидат технических наук, доцент И.Н. Паламарь). Замечания: 1) На стр. 8 утверждается, что матрицы Мерсенна существуют на порядках последовательности  $4k-1$ , однако рассматриваются только матрицы порядков 7, 15, 31 и 255. Не ясно, вычислены ли матрицы Мерсенна на других порядках указанной последовательности; 2) приведенные в табл. 5 и табл. 6 результаты оценки времени реализации алгоритмов и метода шифрации не позволяют объективно судить об эффективности предложенного автором метода, ориентированного на реализацию во встраиваемых приложениях.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их достижениями в области обработки фото и видеоизображений и наличием соответствующих публикаций, в том числе в ведущих журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России. Выбор СПИИРАН в качестве ведущей организации обусловлен огромным опытом и рядом приоритетных достижений данного учреждения Российской Академии Наук в области построения распределенных систем, проблем передачи и защиты цифровой визуальной информации в них, а также большим числом публикаций в данной предметной области.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**Разработаны:** новый метод симметричного двустороннего покадрового матричного маскирования/демаскирования цифровых фото- и видеоизображений с использованием уникальных квазиортогональных матриц



Мерсенна; способ вычисления для матриц Мерсенна особых (корневых) изображений, инвариантных по отношению к матричному маскированию, и их визуализированные «портреты».

**Предложены:** алгоритмы маскирования и демаскирования цифровых фото и видеоизображений с адаптацией их размеров к порядкам маскирующих матриц, реализуемые в форматах с фиксированной и плавающей запятыми.

**Доказано** разрушение тела кадра видеоизображения до уровня, визуально воспринимаемого как шум, посредством простых матричных преобразований.

**Введены** понятия криптографического и цифрового матричного маскирования для фото- и видеоинформации за счет применения простых матричных преобразований.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** возможность использования простого аппарата матричного умножения для защиты цифровых изображений и видеокадров как альтернативы криптографическим методам в системах встраиваемого класса при реализации распределенных видеосистем; целесообразность реализации разработанного метода (алгоритмов) в системах встраиваемого класса на основе DSP и FPGA в реальном масштабе времени; существование изображений, инвариантных к маскированию матрицами Мерсенна.

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** комплекс существующих базовых методов исследования, включая методы теории информации, математической статистики, цифровой обработки изображений, линейной алгебры и ортогональных преобразований;

**изложены** принципы применения методов маскирования и демаскирования цифровой визуальной информации в системах встраиваемого класса на основе DSP и FPGA;

**раскрыты** особенности разработки алгоритмов маскирования и демаскирования цифровых фото и видеоизображений с адаптацией их размеров

к порядкам маскирующих матриц, реализуемые в форматах с фиксированной и плавающей запятыми;

**изучены** факторы, влияющие на производительность алгоритмов маскирования, искажения в коммуникационном канале, а также качество демаскированных изображений;

**проведена модернизация** подхода к защите в видеосистемах изображений (видеокадров) как особого вида информации, являющегося в системах встроенного класса альтернативой криптографическим методам.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** алгоритмы маскирования и демаскирования цифровых фото и видеоизображений с адаптацией их размеров к порядкам маскирующих матриц, реализуемые в форматах с фиксированной и плавающей запятыми, которые используются в ООО «АСК Лаборатория» в виде программной реализации в системе-на-кристалле с DSP-сопроцессором ADSP-BF523KBCZ видеорегистратора специального назначения, а также в учебном процессе кафедры вычислительных систем и сетей и кафедры безопасности информационных систем Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения в дисциплинах «Проектирование систем обработки и передачи информации», «Цифровая обработка изображений», «Специализированные микропроцессорные системы» и «Технологии стеганографии в системах инфокоммуникаций» соответственно, о чем имеются соответствующие акты о внедрении;

**определены** перспективы практического применения разработанных алгоритмов маскирования/демаскирования цифровых фото и видеоизображений в беспроводных системах встраиваемого класса;

**создана** вычислительная процедура для получения особых (корневых) изображений матриц Мерсенна, инвариантных по отношению к матричному маскированию;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию алгоритмов маскирования и демаскирования цифровых фото и видеоизображений.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены с использованием интерактивной среды разработки алгоритмов MATLAB и языка программирования C++ с библиотекой компьютерного зрения OpenCV, которые являются общепринятыми инструментам для анализа и разработки алгоритмов обработки изображений, и согласуются с имеющимися практическими результатами в данной предметной области;

**теория** согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на обобщении передового опыта ведущих отечественных и зарубежных ученых в области ортогональных преобразований информации;

**использованы** результаты сравнения полученных в работе экспериментальных результатов с ранее известными практическими результатами;

**установлено** качественное совпадение результатов работы с результатами независимых источников по тематике работы;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит в** 1) разработке метода матричного маскирования/демаскирования цифровой визуальной информации; 2) выборе для разработанного метода квазиортогональных матриц Мерсенна; 3) разработке программного обеспечения для моделирования, обеспечивающего покадровое маскирование фото и видеоизображений с использованием уникальных квазиортогональных матриц для последующей передачи по сетям общего пользования и демаскирования принятого кадра с использованием ПК; 4) выборе изображений для проведения экспериментальных исследований и искажающих факторов; 5) выполнении моделирования, обработке и обобщении результатов; 6) описании исходной информации о способах маскирования

изображений; 7) предложении сопоставления порядка маскирующей матрицы, применяемой для маскирования, размерам изображений; 8) вычислении и визуализации особых изображений для матриц Мерсенна, инвариантных к двустороннему матричному маскированию.

На заседании 27 марта 2018 года диссертационный совет принял решение присудить **Чернышеву Станиславу Андреевичу** ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.12.13, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 16, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета Д 212.233.05  
доктор технических наук, профессор



Крук Евгений Аврамович

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.233.05  
кандидат технических наук, доцент

Овчинников Андрей Анатольевич

«27» марта 2018 года