

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ЮФУ801.02.02**

созданного на базе федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Южный федеральный университет» Минобрнауки России,  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_,  
решение диссертационного совета  
от 16 ноября 2023 г. № 22

О присуждении Магомедовой Дженнет Исламутдиновне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Маркировка неподвижных изображений и аудиосигналов с использованием фрактальных процессов для защиты авторских прав» по специальности 2.3.6 – «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» принята к защите 07 сентября 2023 г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом ЮФУ801.02.02, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» в соответствии с приказами № 173-ОД от 30.06.2022 г., № 121-ОД от 28.04.2023 г.

Соискатель Магомедова Дженнет Исламутдиновна, 02.04.1994 года рождения, в 2014 г. окончила бакалавриат федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ) по направлению подготовки 01.04.00 – «Информационные технологии», в 2016 г. окончила магистратуру МТУСИ по направлению 09.04.01 – «Информатика и вычислительная техника». В период с 2016 г. по 2020 г. обучалась в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» по направлению 11.06.01 – «Электроника, радиотехника и системы связи». В период с 01.05.2022 г. по 31.10.2022 г., а также с 27.03.2023 г. по 27.09.2023 г. была прикреплена к МТУСИ для подготовки диссертации по научной специальности 2.3.6 – «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность» без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров.

С 2018 г. по настоящее время работала в должностях инженера учебной лаборатории, ассистента, руководителя научно-образовательного центра информационной безопасности Лаборатории Касперского, старшего преподавателя на кафедре «Информационная безопасность» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский технический университет связи и информатики».

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» на кафедре «Информационная безопасность».

Научный руководитель – **Шелухин Олег Иванович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики», заведующий кафедрой «Информационная безопасность».

Официальные оппоненты:

1. **Дворянкин Сергей Владимирович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва), профессор кафедры «Стратегические информационные исследования»;

2. **Красов Андрей Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (г. Санкт-Петербург), заведующий кафедрой «Защищенные системы связи»,

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Соискатель имеет 14 опубликованных научных печатных работ по теме диссертации, из них 4 – в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе SCOPUS/WOS, 3 – в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в Перечень ВАК РФ, 7 – в материалах конференций и других научных печатных изданиях. По теме диссертации получено два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Magomedova, D.I. Fractal Models and Algorithms for Creating a Protective Marking for Integrity and Authenticity Bitmap Images / D.I. Magomedova, O.I. Sheluhin // 2020 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SYNCHROINFO 2020. – 2020. – Article no 9166069. – DOI 10.1109/SYNCHROINFO49631.2020.9166069 (входит в базу Scopus, 50% авторских).

В работе Магомедовой Д. И. предложены алгоритмы маркировки изображений с использованием алгебраических фракталов, проведен анализ устойчивости встроенных водяных знаков к сжатию JPEG.

2. Sheluhin, O.I. Data Hiding and Transmission over Occupied Audio Channels Using Deterministic Chaos / O.I. Sheluhin, D.I. Magomedova, S.Y. Rybakov // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Conference Proceedings. – 2021. – Article no 9415979. – DOI 10.1109/IEEECONF51389.2021.9415979 (входит в базу Scopus, 40% авторских).

В работе Магомедовой Д. И. предложен алгоритм маркировки аудиосигналов с использованием последовательностей шума, произведена оценка качества встраивания в зависимости от параметров встраивания.

3. Sheluhin, O.I. Marking audio signals using fractal gaussian noise / O.I. Sheluhin, D.I. Magomedova, S.Y. Rybakov, A.G. Simonyan // 2021 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SYNCHROINFO 2021 - Conference Proceedings. – 2021. – Article no 9488381. – DOI 10.1109/SYNCHROINFO51390.2021.9488381 (входит в базу Scopus, 40% авторских).

В работе Магомедовой Д. И. описан алгоритм маркировки аудиосигналов с использованием фрактального гауссовского шума, произведены эксперименты по оценке качества на наборе аудиосигналов, сформированы рекомендации по выбору параметров алгоритма.

4. Шелухин, О. И. Анализ методов измерения фрактальной размерности цветных и черно-белых изображений / О. И. Шелухин, Д. И. Магомедова //

Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2017. – Т. 9, № 6. – С. 6-16 (входит в перечень ВАК, 50% авторских).

В работе Магомедовой Д. И. описаны методы анализа фрактальных свойств цифровых изображений, а также проведены численные эксперименты.

5. Шелухин, О. И. Скрытие информации в аудиосигналах с использованием детерминированного хаоса / О. И. Шелухин, С. Ю. Рыбаков, Д. И. Магомедова // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 80-91. – DOI 10.36724/2409-5419-2021-13-1-80-91 (входит в перечень ВАК, 40% авторских).

В работе Магомедовой Д. И. проведено аналитическое исследование литературных источников и практические исследования методов маркировки аудиосигналов с использованием последовательностей шума.

6. Магомедова, Д. И. Маркировка неподвижных изображений с использованием фрактального гауссовского шума и двумерного дискретного вейвлет преобразования для защиты авторских прав / Д. И. Магомедова // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2022. – Т. 14, № 6. – С. 20-26. – DOI 10.36724/2409-5419-2022-14-6-20-26 (входит в перечень ВАК).

В работе Магомедовой Д. И. предложен алгоритм встраивания цифровых водяных знаков в изображения на основе фрактального гауссовского шума и дискретного вейвлет преобразования. Определены значения рациональных параметров алгоритма, позволяющие достичь наилучшего баланса между качеством встраивания и извлечения.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. **Все отзывы положительные.** Во всех отзывах отмечено, что диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.6 – «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность», технические науки.

1) Научно-исследовательский институт «Квант» (ФГУП «НИИ «Квант»), г. Москва, отзыв подписал начальник НИО-6, кандидат технических наук Самарин Н.Н., 2 замечания;

2) ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, отзыв подписала заведующая кафедрой «Информатика и системы управления», кандидат технических наук, доцент Тимофеева О.П., 2 замечания;

3) Акционерное общество «Финансы, информация, технология» (АО «Финтех»), г. Москва, отзыв подписал начальник отдела аудита информационной безопасности Департамента информационной безопасности, кандидат технических наук Васильев Р. А., 1 замечание;

4) ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, отзыв подписала заведующая кафедрой Информационной безопасности, доктор технических наук, профессор Сидоркина И. Г., 1 замечание;

5) Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации» (Академия ФСО России), г. Орёл, отзыв подписал сотрудник Академии ФСО России, доктор технических наук, доцент Козачок А. В., 2 замечания;

6) ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, отзыв подписала профессор Института кибербезопасности и защиты информации, доктор технических наук, доцент Лаврова Д. С., 1 замечание;

7) ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Москва, отзыв подписал заведующий кафедрой «Информационная безопасность», доктор физико-математических наук, профессор Басараб М. А., 2 замечания;

8) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, отзыв подписал старший преподаватель кафедры информатики математико-механического факультета, кандидат физико-математических наук, доцент Ловягин Ю. Н., 2 замечания;

9) ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара, отзыв подписал заведующий кафедрой «Информационная безопасность», доктор технических наук, доцент Шакурский М. В., 2 замечания.

Наиболее существенные замечания:

1. Не обоснован выбор используемых баз изображений для тестирования разработанных алгоритмов. Также не приводится анализ влияния особенностей используемых контейнеров на параметры алгоритма.

2. Разработаны новые алгоритмы и ПО для встраивания водяных знаков в неподвижные изображения. Осталось неясным, можно ли использовать разработанные алгоритмы для поточной стеганографии.

3. Не указано, что отличием стегосистем от ЦВЗ является то, что в стеганографии основной целью является скрытность передачи сообщений, а в ЦВЗ – невозможность устранения вложенного сообщения. В работе эти понятия размыты и смешаны, что вводит в заблуждение.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их достижениями в данной отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Доктор технических наук Дворянкин Сергей Владимирович, профессор кафедры «Стратегические информационные исследования» ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», имеет ученую степень д.т.н. по специальности 05.13.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность», является ведущим специалистом в области информационной безопасности, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации. Кандидат технических наук Красов Андрей Владимирович, заведующий кафедрой «Защищенные системы связи» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», имеет ученую степень к.т.н. по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)», является специалистом и обладает высокой квалификацией в области

информационной безопасности, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие научные результаты, обладающие новизной и свидетельствующие о личном вкладе соискателя:

- новый алгоритм встраивания и извлечения псевдослучайных последовательностей в аудиофайлы с использованием фрактального гауссовского шума и дискретного вейвлет-преобразования, **отличающийся** от известных заменой части коэффициентов детализации вейвлет разложения на элементы фрактального шума, **позволяющий** повысить защищенность аудиосигналов от атак и угроз неправомерного использования;

- новый алгоритм встраивания цифровых водяных знаков с использованием двухкомпонентного контейнера в виде оригинального изображения и алгебраического фрактала (ключа) и 2D дискретного вейвлет-преобразования для неподвижных изображений, **отличающийся** от известных наличием дополнительного этапа встраивания с использованием алгебраического фрактала, **позволяющий** обеспечить высокое качество извлечения водяного знака при воздействии атак и угроз неправомерного использования;

- новый алгоритм встраивания ЦВЗ с использованием фрактального гауссовского шума (ФГШ) путем замены части диагональных коэффициентов детализации 2DDВП вейвлет разложения неподвижных изображений на элементы фрактального шума с разной фрактальной размерностью, **отличающийся** от известных использованием матриц фрактального гауссовского шума в виде ключа, **позволяющий** обеспечить высокое качество извлечения водяного знака при воздействии атак и угроз неправомерного использования.

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

- созданные алгоритмы вносят вклад в развитие методов фрактальной стеганографии за счет применения двухэтапной процедуры встраивания с использованием фрактальных ключей;

– показано, что существующие методы стеганографии, направленные на защиту авторских прав, обладают низкой устойчивостью к атакам и мешающим воздействиям. Доказано, что предложенные алгоритмы позволяют повысить устойчивость к атакам и мешающим воздействиям при сохранении высокого качества встраивания.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается** программной реализацией разработанных алгоритмов защиты авторских прав, устойчивых к действиям злоумышленников, путем встраивания в аудио и фотоконтейнеры оригинальных водяных знаков с использованием фрактального анализа. В частности, использование алгоритма АЗ в комбинации с вейвлет разложением Хаара позволяет обеспечить наименьшее значение вероятности ошибки  $\sim 10^{-3}$  в условиях шумов и воздействия атак по результатам проведения  $2 \cdot 10^4$  экспериментальных опытов.

**Результаты диссертации использованы:**

– в научно-производственной деятельности ООО «Альфаnova» (г. Москва) результаты диссертационного исследования были использованы при разработке средств автоматизированного контроля и учета электроэнергии у оптовых и индивидуальных пользователей в целях повышения функциональности и защищенности. Применение результатов отражено в акте об использовании, утвержденном генеральным директором ООО «Альфаnova» (г. Москва) Ивановым В. А. от 12.10.2022;

– в учебном процессе на кафедре «Информационная безопасность» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» для подготовки студентов направления бакалавриата 10.03.01 «Информационная безопасность» в рамках дисциплины «Стеганографические методы скрытия информации». Применение результатов отражено в акте об использовании, утвержденном ректором МТУСИ Ерохиным С. Д. от 14.09.2022.

**Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе научных результатов** подтверждена корректностью и



непротиворечивостью применения математического аппарата, результатами многочисленных вычислительных экспериментов, опубликованными работами, а также использованием в различных организациях, что подтверждается соответствующими актами. Результаты диссертации докладывались и обсуждались на международных научно-технических и научно-практических конференциях, на которых Магомедова Д.И. выступала с докладами по данной проблематике и получила положительные отзывы научной общественности.

**Личный вклад соискателя** состоит в выполнении всех этапов диссертационного исследования:

- постановка и формулировка задач исследования;
- проведение анализа существующих методов встраивания водяных знаков в аудиосигналы и неподвижные изображения, разработка алгоритмов встраивания и извлечения ЦВЗ в аудиосигналы и неподвижные изображения, получение количественных оценок вероятностей ошибок разработанных алгоритмов в условиях воздействия атак, а также разработка методических рекомендаций по подбору параметров алгоритмов;
- проведение вычислительных экспериментов.

В диссертации содержится **решение актуальной научной задачи** – разработка алгоритмов защиты аудиосигналов и неподвижных изображений с использованием фрактальных процессов и дискретного вейвлет-преобразования, позволяющих повысить устойчивость к воздействию помех и внешних атак при сохранении высокого качества встраивания. Созданные алгоритмы вносят вклад в развитие методов фрактальной стеганографии. Предложенные автором диссертации решения научно обоснованы и оценены по сравнению с другими известными решениями. В диссертации отсутствуют заимствования без ссылок на авторов или источник заимствования. Приведены ссылки на все использованные в диссертации результаты научных работ, выполненные соискателем лично и в соавторстве. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты.

Полученные результаты могут быть использованы при выполнении НИОКР, посвященных решению задач обеспечения информационной безопасности при создании средств защиты авторских прав от атак на цифровые объекты интеллектуальной собственности.

Диссертация Магомедовой Дженнет Исламутдиновны является завершенной научно-квалификационной работой, обладающей теоретической новизной и практической значимостью, внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе автора, и соответствует критериям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» (в редакции от 29.09.2023 г. приказ № 270-ОД), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

На заседании 16 ноября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Магомедовой Дженнет Исламутдиновне ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.6 – «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 8 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.3.6 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность», участвовавших в заседании, из 10 человек, входящих в состав совета, дополнительно в состав совета не вводилось, проголосовали:

«за» – 8, «против» – нет, «недействительных бюллетеней» – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Бабенко Людмила Климентьевна

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
16 ноября 2023 г.

Ельчанинова Наталья Борисовна