УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО ПГУТИ

_____ В.А.Ружников

«23» сентября 2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
по диссертационной работе Беловой Ольги Александровны

Диссертация «Инвариантные системы стеганографической защиты информации в реальном времени для звуковых покрывающих объектов» выполнена на кафедре информационной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Белова Ольга Александровна работала и в настоящее время продолжает работать в должности старшего преподавателя кафедры информационной безопасности ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики».

В 2013 г. окончила с отличием ФГОБУ ВПО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» по специальности «Сети связи и системы коммутации», с присуждением квалификации инженер.

В 2015 г. окончила с отличием ФГОБУ ВПО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» по направлению подготовки 210700 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистр).

В 2020 г. окончила очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи.

Справка со сведениями о сдаче кандидатских экзаменов по научной специальности 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность (технические науки) по дисциплинам Иностранный язык (английский язык) и История и философия науки (технические науки) выдана в 2026 г. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики».

Справка со сведениями о сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность (технические науки) выдана в 2026 г. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий».

Научный руководитель: Шакурский Максим Викторович, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой информационной безопасности ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертационная работа Беловой О.А. является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. (с последующими изменениями), в которой содержатся научно обоснованные результаты решения задачи повышения эффективности двухкомпонентных стеганографических систем, работающих в реальном времени со звуковыми покрывающими объектами без сжатия, за счет использования многоуровневого встраивания с применением алгоритма статистической адаптации встраиваемой информации к покрывающему объекту.

2. Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту:

– Способ адаптивного многоуровневого стеганографического встраивания информации.

– Комплекс математических моделей двухкомпонентных стеганографических систем для многоуровневого встраивания информации в покрывающий объект в реальном времени.

– Метод визуально-численной оценки свойств стеганографических систем и покрывающих объектов.

– Условия реализации адаптивных многоуровневых стеганографических систем встраивания информации.

3. В перечисленных в диссертации работах соискателем лично получены следующие результаты:

- в работе [6] представлен способ адаптивного многоуровневого стеганографического встраивания информации. Помимо этого, на данный способ получен патент [29];

- в работах [1], [5], [6] представлены математические модели двухкомпонентных стеганографических систем для многоуровневого встраивания информации в покрывающий объект в реальном времени;

- в работах [2], [4], [7], [8], [20], [22] представлен метод визуально-численной оценки свойств стеганографических систем и покрывающих объектов, причем в работе [2] проведено моделирование и исследование стеганографической системы, которое позволило сформулировать задачу разработки метода визуально-численной оценки стеганографических систем;

- в работах [3], [7], [9-19], [21], [23] поставлена и решена задача определения условий реализации адаптивных многоуровневых стеганографических систем встраивания информации;

Опубликованные работы полностью отражают основное содержание диссертационной работы. Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора: по главе 1 – [1], [9-18], по главе 2 – [5], [6], [29]; по главе 3 – [2], [4], [7], [8], [20], [22]; по главе 4 – [3], [7], [19], [21], [23]. Четыре работы написаны автором единолично, другие совместно с научным руководителем или другими членами научного коллектива.

4. Для достижения поставленной цели решаются следующие научные задачи:

1. Разработать способ многоуровневого стеганографического встраивания информации в звуковой покрывающий объект с адаптацией встраиваемой информации к покрывающему объекту и алгоритмы его реализации;

2. Разработать комплекс математических моделей двухкомпонентных стеганографических систем для многоуровневого встраивания информации в покрывающий объект в реальном времени;

3. Разработать метод визуально-численной оценки свойств стеганографических систем, использующих звуковые покрывающие объекты без сжатия;

4. Выполнить исследование алгоритмов, реализующих разработанные математические модели, с помощью компьютерного моделирования и определить условия, при которых происходит статистическая адаптация встраиваемой информации к информации покрывающих объектов.

5. Актуальность темы исследования обусловлена ростом объемов информационного обмена с использованием звуковых покрывающих объектов, формирующихся в реальном времени, что предоставляет новые возможности формирования скрытых каналов с ограничениями на применение известных методов стеганографии, основывающихся на предварительном анализе статистических характеристик покрывающих объектов с целью повышения незаметности стегосистем.

6. Степень достоверности результатов проведенных исследований, их новизна и значимость

Обоснованность и достоверность результатов работы обеспечивается корректным и обоснованным применением методов исследования, проведением вычислительных экспериментов на открытых наборах данных, проверкой статистической значимости полученных результатов, а также апробацией результатов исследований на международных и всероссийских конференциях и публикацией результатов в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК и индексируемых в Scopus и Web of Science.

7. Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработан способ многоуровневого стеганографического встраивания информации, *основанный* на использовании двухкомпонентного контейнера, *отличающийся* использованием нового алгоритма выбора логической функции связи компонент контейнера, *позволяющий* повысить маскировку встроенной информации за счет реализации адаптации встраиваемых компонент к статистическим свойствам покрывающего объекта в реальном времени.

2. Разработан комплекс математических моделей двухкомпонентных стеганографических систем для многоуровневого встраивания информации в покрывающий объект в реальном времени, *основанный* на использовании оконного встраивания двухкомпонентного контейнера в покрывающий объект, *отличающийся* последовательным встраиванием второй компоненты в слои покрывающего объекта с использованием алгоритмов определения логических функций связи компонент контейнера, *позволяющих* формализовать процесс подбора параметров и синтезировать новые структуры стеганографических систем.

3. Предложен метод визуально-численной оценки свойств стеганографических систем, *основанный* на NIST тестах битовых последовательностей на псевдослучайность, *отличающийся* тем, что проводится вычисление распределения результатов NIST тестов битовых последовательностей, *позволяющее* проводить визуальную и численную

оценку статистических свойств стегосистем и звуковых покрывающих объектов.

4. Сформулированы условия, при которых происходит статистическая адаптация встраиваемой информации к информации покрывающих объектов, *основанные* на проведенном исследовании и компьютерном моделировании алгоритмов, реализующих разработанные математические модели, *отличающиеся* выбором функции связи встраиваемых компонент в зависимости от суммы значений выборки бит из старших битовых слоев покрывающего объекта, *позволяющие* реализовать стеганографические системы адаптирующиеся к статистическим свойствам покрывающего объекта в реальном времени.

8. Теоретическая значимость исследования заключается в разработке способа адаптивного встраивания информации в звуковой покрывающий объект в реальном времени, формулировке математических моделей многоуровневых двухкомпонентных стеганографических систем с адаптацией и без адаптации к покрывающему объекту, а также описанию алгоритмов встраивания информации, разработке визуально-численной методики анализа стегосистем на основе NIST тестов, и получении условий, при которых происходит статистическая адаптация встраиваемой информации к информации покрывающих объектов. Данные результаты вносят важный вклад в совершенствование средств защиты информации, а также в развитие методов защищенности информации и информационной безопасности объектов. так как их применение позволяет формировать скрытые каналы при передаче информации по открытым каналам, а также проводить оценку стегосистем.

9. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования разработанных алгоритмов и методик при создании систем скрытой передачи информации в аудиоканалах в реальном времени. Реализованные программные модели могут быть использованы в прикладных системах защиты информации, а также в научных и образовательных целях.

Результаты диссертационной работы были переданы в ООО «Идентификация», а именно, математические модели многослойной стеганографической системы; программные реализации многослойных стеганографических систем; методика анализа битовых последовательностей для поиска скрытых данных в звуке.

Предложенный способ формирования стеганографической системы и ее обнаружения положен в основу работы по развитию систем поиска скрытых каналов утечки информации. Использование предложенных решений

позволило повысить полезную нагрузку при встраивании более чем в 2 раза по отношению к известным методам.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Высшей школы интеллектуальных систем и кибертехнологий ФГБОУ ВО «ПВГУС» и используются в курсах дисциплин «Защита информации от утечки по техническим каналам» и «Методы и средства технической защиты информации» направлений подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность» и 10.04.01 «Информационная безопасность».

Результаты диссертационной работы Беловой О.А. также внедрены в учебный процесс на кафедре Информационной безопасности ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики». Разработанная в диссертации методика оценки процессов стеганографической защиты информации в цифровых звуковых сигналах, обрабатываемых в реальном времени используется в лекционном курсе по дисциплине «Прикладные методы теории случайных функций в защищенных системах связи» для студентов направления подготовки 10.03.01 Информационная безопасность; результаты компьютерного моделирования стеганографических преобразований, полученные в ходе численных экспериментов в среде Python внедрены в практические занятия и используются при подготовке для студентов направления подготовки 10.03.01 Информационная безопасность; разработанные материалы способствуют повышению уровня подготовки обучающихся, развитию практических навыков анализа систем защиты информации, использующие стеганографические технологии.

Результаты диссертации представляют научную и практическую ценность, их использование повышает качество преподавания дисциплин.

10. Личный вклад автора

Все результаты, изложенные в диссертации, включая программные реализации предложенных в работе алгоритмов, получены автором самостоятельно. Проработка цели и задачи, способов их решения и вариантов представления результатов осуществляется автором совместно с научным руководителем.

11. Обоснование выбранной специальности и отрасли науки диссертации

Результаты диссертационной работы соответствуют следующим пунктам паспорта научной специальности:

п. 10 – Модели и методы оценки защищенности информации и информационной безопасности объекта;

п. 15 – Принципы и решения (технические, математические, организационные и др.) по созданию новых и совершенствованию существующих средств защиты информации и обеспечения информационной безопасности.

Отрасль науки – технические науки, поскольку приведенные результаты исследований дают существенный технический эффект при использовании и внедрении – увеличение встраиваемой информации в звуковой покрывающий объект, что позволяет реализовывать более эффективные стеганографические системы.

12. Полнота изложения материалов диссертации в публикациях

По теме диссертационного исследования всего опубликовано 29 работ, отражающих основные полученные результаты, из них: 7 статей в ведущих научных журналах из Перечня рецензируемых научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ, 1 научная работа в изданиях, индексируемых ведущими международными реферативными базами Web of Science и Scopus, 8 тезисов международных и 7 всероссийских научных и научно-технических конференций. Во время выполнения научного исследования разработаны 4 программы для ЭВМ и получены свидетельства о государственной регистрации: №2023610522, №2025694027, №2025693867, №2025693701, 2 патента на изобретения №2815915, №2859964.

Общий объем публикаций – 6,75 п.л., авторский вклад – 3,98 п.л.

Статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК

1. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Двухкомпонентная стеганографическая система на основе отношения линейных функций двух сигналов с размещением информативного сигнала в знаменателе функции встраивания сообщения / М.В. Шакурский, О.А. Караулова // Инфокоммуникационные технологии. – 2022. – Т. 20, № 1. – С. 118-124.

2. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Устойчивость двухкомпонентной стеганографической системы к несанкционированному извлечению информации / М.В. Шакурский, О.А. Караулова, Е.С. Карташевская // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2022. – № 4(52). – С. 20-27.

3. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Оценка маскировки сигнала двухкомпонентной стеганографической системой при оконной обработке информации / М.В. Шакурский, О.А. Караулова // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2023. – № 2(54). – С. 9-16.

4. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Особенности использования NIST тестов для анализа битовых слоев покрывающих объектов в системах

стеганографии / М.В. Шакурский, Н.И. Козырева, О.А. Караулова // Инфокоммуникационные технологии. – 2024. – Т. 22, № 3(87). – С. 41-48.

5. *Белова О.А.* Двухкомпонентная стеганографическая система, использующая многослойное оконное встраивание информации в звуковые покрывающие объекты / О. А. Белова // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2026. – № 1(68). – С. 9-14.

6. *Белова О.А.* Метод адаптивного стеганографического встраивания в реальном времени для увеличения объема скрываемой информации при сохранении маскировки / О.А. Белова // Вопросы защиты информации. – 2026. – № 1(152). – С. 3-7.

7. *Белова О.А.* Выбор параметров двухкомпонентного адаптивного стеганографического встраивания / М.В. Шакурский, О.А. Белова // Вопросы защиты информации. – 2026. – № 2(153). – С. 3-7.

Публикации в трудах, индексируемых Scopus и Web of Science

8. *Karaulova O.A. (Belova O.A.)* Resistance of a Two-Component Steganographic System to Unauthorized Information Extraction / M.V. Shakurskii, O.A. Karaulova, E. S. Kartashevskaya // Automatic Control and Computer Sciences. – 2023. – Vol. 57, No. 8. – P. 862-867

Работы в сборниках трудов и материалах конференций

9. *Караулова, О.А. (Белова О.А.)* Особенности оценки стеганографических систем с точки зрения стеганографического анализа / О.А. Караулова, М.В. Шакурский // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии: Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции, Сочи, 01–10 октября 2022 года / Под редакцией С.У. Увайсов. – Москва: Ассоциация выпускников и сотрудников ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского содействия сохранению исторического и научного наследия ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 2022. – С. 66-70.

10. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Особенности защиты информации в сетях передачи данных с использованием двухкомпонентных стеганографических систем / О.А. Караулова // Сборник трудов II Всероссийской научной школы-семинар. Современные тенденции развития методов и технологий защиты информации, МТУСИ, Москва, 2022. – С. 323-326.

11. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Особенности использования стеганографии в звуке / О.А. Караулова, М.В. Шакурский // Теория и практика обеспечения информационной безопасности: сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 02 ноября 2022 года. – Москва: Без Издательства, 2022. – С. 14-21.

12. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Особенности обеспечения безопасности данных с использованием сетевой стеганографии / О.А. Караулова, Н.В. Киреева // Проблемы техники и технологии

телекоммуникаций. Оптические технологии в телекоммуникациях: Материалы XXIV Международной научно-технической конференции и материалы XX Международной научно-технической конференции. В 2-х томах, Уфа, 23–25 ноября 2022 года. Том I. – Уфа: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский университет науки и технологий", 2023. – С. 214.

13. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Инвариантные стеганографические системы / О.А. Караулова, М.В. Шакурский // Актуальные проблемы информатики, радиотехники и связи: материалы XXX Российской научно-технической конференции, Самара, 28 февраля – 03 марта 2023 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2023. – С. 77-78.

14. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Стеганография в режиме реального времени / М.В. Шакурский, О.А. Караулова // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2023): Сборник тезисов докладов X Международной заочной научно-технической конференции, Тольятти, 20 апреля 2023 года / Редколлегия: В.И. Воловач (пред.) [и др.]. – Тольятти: Поволжский государственный университет сервиса, 2023. – С. 190-195.

15. *Караулова О.А. (Белова О.А.)*Проблемы сокрытия информации в звуке, при его передаче в сети интернет в режиме реального времени / О.А. Караулова, М.В. Шакурский // Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе: Сборник материалов VI Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием, Уфа, 19–20 мая 2023 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2023. – С. 26-29.

16. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Исследование и разработка метода сокрытия информации в сетях передачи данных на основе инвариантных двухкомпонентных стеганографических систем / О.А. Караулова // Сборник трудов III Всероссийской научной школы-семинар. Современные тенденции развития методов и технологий защиты информации, МТУСИ, Москва, 2023. – С. 149-155.

17. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Применение стеганографии для скрытой передачи информации в звуковых потоках в реальном времени / О.А. Караулова, М.В. Шакурский // VI Научный форум "Телекоммуникации: теория и технологии" ТТТ-2023: Материалы XXV Международной научно-технической конференции, Казань, 22–24 ноября 2023 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, 2023. – С. 106-107.

18. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Стеганография в реальном времени / М.В. Шакурский, О.А. Караулова // Актуальные проблемы информатики, радиотехники и связи: Материалы XXXI Российской научно-технической конференции, Самара, 01–02 февраля 2024 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2024. – С. 115.

19. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Задача поиска скрытых сообщений в информационном потоке / М.В. Шакурский, О.А. Караулова // VII научный форум телекоммуникации: Теория и технологии ТТТ-2024: Материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Самара, 06–08 ноября 2024 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2024. – С. 480-481.

20. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Задача поиска скрытых вложений в MIDI носителях / М.В. Шакурский, О.А. Караулова // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT – 2024): Материалы XI Международной заочной научно-технической конференции, Тольятти, 29 ноября 2024 года. – Тольятти: Издательско-полиграфический центр ПВГУС, 2025. – С. 78-81.

21. *Караулова О.А. (Белова О.А.)* Оценка маскировки в стеганографических системах / М.В. Шакурский, О.А. Караулова, С.З. Бильданов // Актуальные проблемы информатики, радиотехники и связи: Материалы XXXII Российской научно-технической конференции, Самара, 25–28 февраля 2025 года. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2025. – С. 99-101.

22. *Белова О.А.* Метод визуального оценивания эффективности маскировки информации стегосистемой / О.А. Белова, М.В. Шакурский // Проблемы техники и технологии телекоммуникаций. Оптические технологии в телекоммуникациях : материалы XXVII и XXIII Международных научно-технических конференций, Уфа, 05–07 ноября 2025 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2025. – С. 866-867

23. *Белова О.А.* Многоуровневое встраивание скрытой информации в цифровые звуковые объекты / О.А. Белова, М.В. Шакурский // Проблемы техники и технологии телекоммуникаций. Оптические технологии в телекоммуникациях : материалы XXVII и XXIII Международных научно-технических конференций, Уфа, 05–07 ноября 2025 года. – Уфа: Уфимский университет науки и технологий, 2025. – С. 337-338.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

24. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023610522 Российская Федерация. Программа реализации инвариантной системы стеганографической защиты информации в реальном времени с использованием двухкомпонентных контейнеров для звукового сигнала WAVE: № 2022685387: заявл. 21.12.2022: опубл. 11.01.2023 / М.В. Шакурский, О.А. Караулова (О.А. Белова). – 1 с.

25. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025694027. Программа оконного встраивания скрываемой информации в младшие биты звукового покрывающего объекта с использованием двухкомпонентного стеганографического контейнера: заявл. 17.11.2025: опубл. 03.12.2025 / М.В. Шакурский, О.А. Белова. – 1 с.

26. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693867. Программа многослойного оконного встраивания скрываемой информации в биты звукового покрывающего объекта с использованием двухкомпонентного стеганографического контейнера: заявл. 17.11.2025: опубл. 02.12.2025 / М.В. Шакурский, О.А. Белова. – 1 с.

27. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025693701. Программа многослойного оконного встраивания скрываемой информации в биты звукового покрывающего объекта с использованием двухкомпонентного стеганографического контейнера и адаптивного выбора логических функций заявл. 17.11.2025; опубл. 01.12.2025 / М.В. Шакурский, О.А. Белова. – 1 с.

Патенты на изобретения

28. Патент № 2815915 C1 Российская Федерация, МПК H04L 9/00. Способ сокрытия информации: № 2023108967: заявл. 10.04.2023: опубл. 25.03.2024 / М.В. Шакурский, В.Н. Козловский, О.А. Караулова. (О.А. Белова) – 1 с.

29. Патент № 2859964 C1 Российская Федерация, МПК H04L 9/00. Способ сокрытия информации: заявл. 09.10.2025: опубл. 14.04.2026 / М.В. Шакурский, О. А. Белова. – 1 с.

Результаты диссертации изложены в указанных работах достаточно полно и подробно.

Диссертация Беловой Ольги Александровны соответствует п. 14 Положения о присуждении ученых степеней:

- отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;
- соискатель ссылается на авторов и источники заимствования.

Диссертация «Инвариантные системы стеганографической защиты информации в реальном времени для звуковых покрывающих объектов» Беловой Ольги Александровны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.6. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры информационной безопасности ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики».

Присутствовало на заседании 14 чел., в том числе 6 докторов наук и 4 кандидата наук.

Результаты голосования: «за» - 14 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел., протокол № 2 от 23 сентября 2026 г.

Декан факультета 1, доцент кафедры
информационной безопасности
к.т.н., доцент Поздняк Ирина Сергеевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
Отдел документационного обеспечения

Собственноручную (ые) подпись (и)
Поздняк И.С.
Заверяю: начальник ОДО ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» И.В. Плеханова
23.09. 2026