

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Университета ИТМО

д.т.н. профессор

### ЗАК.

Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО) Министерства образования и науки Российской Федерации

Диссертация «Методы и алгоритмы выявления встроенных сообщений в пространственной области неподвижных изображений при малой полезной нагрузке» выполнена на кафедре Проектирования и безопасности компьютерных систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) Министерства образования и науки Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Башмаков Даниил Андреевич являлся аспирантом очной формы обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) Министерства образования и науки Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Башмаков Даниил Андреевич работал в Обособленном подразделении ООО «НетКрэкер» в Санкт-Петербурге в отделе Разработки программного обеспечения старшим инженером-программистом.

В 2014 г. окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диплом об окончании аспирантуры № 107824 2580692, выдан в 2018 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – Коробейников Анатолий Григорьевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры Проектирования и безопасности компьютерных систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) Министерства образования и науки Российской Федерации.

По результатам рассмотрения диссертации «Методы и алгоритмы выявления встроенных сообщений в пространственной области неподвижных изображений при малой полезной нагрузке» принято следующее заключение.

*1. Оценка выполненной соискателем работы.*

В диссертационной работе Башмакова Даниила Андреевича приведены положения, выносимые на защиту:

1. Модель выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах фоновых областей пространственной области неподвижных изображений при малых значениях полезной нагрузки.
2. Алгоритмы выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах фоновых областей пространственной области неподвижных изображений при малых значениях полезной нагрузки.
3. Метод выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах пространственной области неподвижных изображений с повышенной эффективностью при малых значениях полезной нагрузки.

Актуальность и востребованность результатов подтверждается полнотой проведённых исследований, ссылками на работы учёных в рассматриваемой области, практической проверкой результатов.

*2. Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации.*

Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора в 9 опубликованных работах. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась лично или совместно с соавторами, причём вклад диссертанта был значительным. Постановка целей и задач выполнена научным руководителем. Представленные к защите результаты получены лично автором, в частности, разработана специальная модель выявления встроенных сообщений в фоновых неподвижных изображениях и метод выявления встроенных сообщений в изображениях со значительной долей однородного фона.

Использование метода, предложенного в работе, в системах защиты информации, в частности, в компонентах пассивного противодействия каналам передачи данных, основанных на стеганографии в плоскости НЗБ неподвижных цифровых изображений, позволят повысить уровень защищённости информации за счёт снижения вероятности реализации риска её несанкционированной утечки по таким каналам.

*3. Степень достоверности результатов проведенных соискателем ученой степени исследований.*

Достоверность подтверждается корректностью постановок задач, использованием апробированного математического аппарата, системным подходом при описании объекта исследования, проведением сравнительного анализа полученных результатов с существующими показателями, использованием проверенных методик в оценке эффективности методов стеганоанализа, результатами практических экспериментов. Отсутствуют противоречия между результатами диссертационной работы и общеизвестными научными фактами. Все основные результаты прошли апробацию в печатных трудах ВАК, а также докладах на отечественных конференциях: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе», III, V, VI

Всероссийский конгресс молодых учёных, 2014 г., Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России», 2015 г.

*4. Новизна и практическая значимость результатов исследования заключается в том, что:*

Разработанная модель выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах фоновых областей пространственной области неподвижных изображений отличается от существующих фокусом на особых семантических областях анализируемого изображения - фоновых областях. Выделение самостоятельной модели выявления в фоновых областях, анализ зависимости эффективности выявления от особенностей работы метода в фоновых областях изображения проведены впервые.

Алгоритмы выявления встроенных сообщений в НЗБ фоновых областей неподвижных изображений обладают новизной за счёт задействования в алгоритмах крупных структур анализируемых пикселей, специфичных для фоновых областей естественных изображений.

Разработанный метод выявления за счёт специальных алгоритмов прогноза значений пикселей в фоновых областях, обладает новизной по сравнению с известными методами выявления за счёт:

- фокуса на задаче прогноза пикселей анализируемого изображения с точностью, критичной при выявлении на малых значениях ОНК;
- применения алгоритма выделения фоновой области изображения, специфичной в задаче выявления методом WS.

Использование метода выявления, предложенного в работе, в системах защиты информации, в частности, в компонентах пассивного противодействия каналам передачи данных, основанных на стеганографии в плоскости НЗБ неподвижных цифровых изображений, позволят повысить уровень защищённости информации за счёт снижения вероятности реализации риска её несанкционированной утечки по таким каналам.

*5. Ценность научных работ соискателя ученой степени.*

Опубликованные научные работы соискателя раскрывают методологию и результаты решения задач, поставленных в диссертационном исследовании, обеспечивают воспроизводимость научных результатов. Научные работы могут использоваться для подготовки бакалавров и магистрантов по направлению 10.04.01 – «Информационная безопасность».

6. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 и п.14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О присуждении ученых степеней» и пунктам 5, 6 Паспорта специальности ВАК по специальности 05.13.19 - «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

*7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.*

Основные результаты по теме диссертации изложены в 9 работах, 1 из которых находится в издании, индексированном в Scopus, 5 — издано в журналах, рекомендованных ВАК, 3 — в иных изданиях. Материалы публикаций отражают основные научные результаты диссертации.

*7.1. Научные издания, входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования.*

1. Prokhozhev N., Mikhailichenko O., Sivachev A., Bashmakov D., Korobeynikov A.G. Passive Steganalysis Evaluation: Reliabilities of Modern Quantitative Steganalysis Algorithms. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2016. Vol. 451. pp. 89-94, 0,4 п.л. / 0,15 п.л. (40%)

В работе исследованы возможности современных статистических алгоритмов стеганоанализа в задаче определения факта встраивания в пространственную область неподвижных цифровых изображений. Оценена эффективность современных методов стеганоанализа в пространственной области неподвижных изображений. Сделан вывод о низкой эффективности современных методов стеганоанализа в пространственной области неподвижных изображений при малых значениях отношения нагрузка-контейнер.

## 7.2. Научные издания, входящие в перечень российских рецензируемых журналов.

1. Башмаков Д.А. Точность предсказания пикселей фоновых областей цифровых изображений в задаче стеганоанализа методом Weighted Stego // *Кибернетика и программирование*. — 2018. - № 2. - С.38-47. DOI: 10.25136/2306-4196.2018.2.25706. URL: [http://e-notabene.ru/kp/article\\_25706.html](http://e-notabene.ru/kp/article_25706.html), 0,62 п. л. / 0,62 п. л. (100%)

В работе показана связь особенностей распределения пикселей пространственного домена изображения с эффективностью стеганоанализа изображения методом Weighted Stego. Показана связь доли фоновых областей изображения и ошибки оценки длины встроенного сообщения, и далее, связь ошибки оценки длины сообщения с завышением доли ложноположительных классификаций. Проанализировано влияние метода прогноза пикселя изображения на ошибку оценки длины встроенного сообщения. Сделан вывод о неприменимости модели прогноза, предложенной авторами метода WS для стеганоанализа в фоновых областях естественных изображений.

2. Башмаков Д.А. Адаптивное предсказание пикселей пикселей в градиентных областях для улучшения точности стеганоанализа в неподвижных цифровых изображениях // *Кибернетика и программирование*. — 2018. - № 2. - С.83-93. DOI: 10.25136/2306-4196.2018.2.25514. URL: [http://e-notabene.ru/kp/article\\_25514.html](http://e-notabene.ru/kp/article_25514.html), 0,68 п. л. / 0,68 п. л. (100%)

В работе предложен метод увеличения точности прогноза пикселей анализируемого изображения в процессе стеганоанализа методом Weighted Stego, за счёт адаптивного предсказания в градиентных областях изображений. Введено понятие градиентной области изображения, описан способ выделения градиентных областей в фоновых областях естественных изображений, предложен способ прогноза значения пикселя изображения, принадлежащего градиентной области, за счёт учёта статистических характеристик градиентной области в целом. Сделан вывод о повышении средней точности прогноза значения пикселя в фоновых областях естественных изображений за счёт адаптивного прогноза в градиентных областях. Оценен прирост эффективности стеганоанализа методом Weighted Stego за счёт использования адаптивного прогноза в градиентных областях изображения.

3. Башмаков Д.А., Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В., Сивачев А.В. Применение матриц соседства пикселей для улучшения точности стеганоанализа неподвижных цифровых изображений с однородным фоном // *Кибернетика и программирование*. — 2018. - № 1. - С.64-72. DOI: 10.25136/2306-4196.2018.1.24919. URL: [http://e-notabene.ru/kp/article\\_24919.html](http://e-notabene.ru/kp/article_24919.html), 0,56 п. л. / 0,48 п. л. (85%)

В работе предложен метод увеличения точности прогноза пикселей анализируемого изображения в процессе стеганоанализа методом Weighted Stego, за счёт использования кортежей пикселей в фоновых областях анализируемого изображения. Введено понятие фоновой области изображения, показан эффект падения эффективности стеганоанализа изображения методом Weighted Stego при повышении доли фоновой области в анализируемом изображении. Введено понятие кортежа пикселей фоновой области, описан способ выделения кортежей пикселей в фоновой области анализируемого

изображения. Введено понятие матрицы кортежей пикселей, описан способ её создания. Описан способ прогноза значения пикселей изображения на основе матрицы кортежей пикселей. Сделан вывод о повышении точности прогноза пикселей изображения в фоновой области за счёт использования прогноза по кортежам пикселей. Сделан вывод о возможности накопления статистики кортежей пикселей для анализа последующих изображений. Оценен прирост эффективности стеганоанализа методом Weighted Stego за счёт использования прогноза значений пикселей изображения по кортежам пикселей.

4. Прохожев Н.Н., Сивачев А.В., Михайличенко О.В., Башмаков Д.А. Повышение точности стеганоанализа в области ДВП путем использования взаимосвязи между областями двумерного и одномерного разложений. Кибернетика и программирование. 2017. № 2. С. 78-87, 0,62 п. л. / 0,03 п. л. (5%)

В работе предложен способ повышения эффективности стеганоанализа в областях ДВП путём использования взаимосвязи между различными уровнями разложений изображения-контейнера. Сделан вывод о приросте эффективности стеганоанализа в областях ДВП за счёт использования предложенного метода.

5. Сивачев А.В., Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В., Башмаков Д.А. Эффективность стеганоанализа на основе методов машинного обучения. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 3(109). С. 457-466, 0,62 п.л. / 0,03 п. л. (5%)

В работе оценена эффективность стеганоанализа неподвижных цифровых изображений на основе методов машинного обучения. Сделан вывод о низкой эффективности существующих методов при малых значениях отношения нагрузка-контейнер.

#### 5.1. Публикации в иных изданиях.

1. Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В., Башмаков Д.А., Сивачев А.В., Коробейников А.Г. Исследование эффективности применения статистических алгоритмов количественного стеганоанализа в задаче детектирования скрытых каналов передачи информации. Программные системы и вычислительные методы. 2015. № 3. С. 281-292, 0,68 п. л. / 0,27 п. л. (40%)

Исследованы возможности статистических алгоритмов стеганоанализа в задаче определения факта встраивания в пространственную область неподвижных цифровых изображений. Сделан вывод о том, что метод Weighted Stego демонстрирует наибольшую эффективность в задаче определения факта встраивания в пространственную область неподвижных цифровых изображений, среди рассмотренных.

2. Башмаков Д.А., Сивачев А.В. Влияние параметров маски на практическую точность RS-анализа. Сборник трудов IV Всероссийского конгресса молодых ученых (Санкт-Петербург, 7-10 апреля 2015 г.). 2015. С. 49-53, 0,31 п. л. / 0,25 п. л. (80%)

Исследовано влияние применяемой пиксельной маски на эффективность стеганоанализа неподвижных цифровых изображений методом RS. Оценена эффективность метода в задаче обнаружения факта встраивания в наименьшие значащие биты изображения. Определена пиксельная маска, характеризующаяся наибольшей эффективностью стеганоанализа при её применении. Сделан вывод о том, что, вне зависимости от применяемой маски, метод демонстрирует невысокую эффективность стеганоанализа неподвижных цифровых изображений.

3. Сивачев А.В., Башмаков Д.А. Влияние предварительной обработки изображения - контейнера фильтрами на точность статистического стеганоанализа. Сборник трудов IV Всероссийского конгресса молодых ученых (Санкт-Петербург, 7-10 апреля 2015 г.). 2015. С. 361-365. 0,31 п. л. / 0,16 п. л. (50%)

Исследовано влияние предварительной фильтрации изображения-контейнера на эффективность последующего стеганоанализа этого изображения с применением

различных методов статистического стеганоанализа неподвижных цифровых изображений в пространственной области. Сделан вывод о наличии влияния предварительной обработки изображения-контейнера фильтрами на эффективность стеганоанализа: большинство рассмотренных вариантов фильтрации приводят к снижению эффективности стеганоанализа.

Диссертация «Методы и алгоритмы выявления встроенных сообщений в пространственной области неподвижных изображений при малой полезной нагрузке» Башмакова Даниила Андреевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.19 - «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

Заключение принято на заседании кафедры Проектирования и безопасности компьютерных систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО) Министерства образования и науки Российской Федерации.

Присутствовало на заседании 52 чел.

Результаты голосования: «за» 51 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 1 чел., протокол № 6 от « 20 » мая 2018 г.

к.т.н., доцент Заколдаев Данил Анатольевич,  
заведующий кафедрой Проектирования и  
безопасности компьютерных систем

государственной экзаменационной комиссии.

д.т.н., профессор Нырклов Анатолий Павлович