

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе

ЗАКЛИ

Санкт-Петербургского национального и
ционных технологий, механики и оптики (Уг
высшего образ

Диссертация «Методы повышения эффективности обнаружения встроенной информации в вейвлет области неподвижных изображений при помощи машинного обучения» выполнена на кафедре «Проектирования и безопасности компьютерных систем» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики» Министерство образования и науки Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Сивачев Алексей Вячеславович являлся аспирантом очной формы обучения в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургском национальном исследовательском университете информационных технологий, механики и оптики» (Университете ИТМО) Министерство образования и науки Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Сивачев Алексей Вячеславович работал в АО «Научно-производственное объединение «Импульс» в должности инженера программиста.

В 2014 г. окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» Министерство образования и науки Российской Федерации по специальности 090104 «Комплексная защита объектов информатизации».

В 2018 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» Министерство образования и науки Российской Федерации по направлению 10.06.01 «Информационная безопасность» по специальности 05.13.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

Диплом об окончании аспирантуры № 107824 2580706, выдан в 2018 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики» Министерство 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» Министерство образования и науки РФ.

По результатам рассмотрения диссертации «Методы повышения эффективности обнаружения встроенной информации в вейвлет области неподвижных изображений при

помощи машинного обучения» принято следующее заключение:

1. Оценка выполненной соискателем работы:

В диссертационной работе Сивачева Алексей Вячеславовича проведен анализ методов обнаружения встроенной информации в вейвлет области изображения. В оценки и сравнения эффективности методов обнаружения встроенной информации в вейвлет области изображения предложена методика, позволяющая наглядно оценить и сравнить эффективность различных методов. В рамках данной работы разработано несколько способов повышения эффективности обнаружения встроенной информации в вейвлет области неподвижных изображений с использованием методов машинного обучения. По итогам работы автором предлагается метод обнаружения встроенной информации в вейвлет области неподвижных изображений обеспечивающий более высокую эффективность по сравнению с существующими методами.

Актуальность и востребованность данной тематики подтверждается наличием большого количества работ различных ученых, посвященных вопросу встраивания информации и обнаружения встраивания информации в цифровое изображение,

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 12 опубликованных работах. В частности, автором предложено несколько способов повышения эффективности обнаружения встроенной информации в вейвлет области изображения, а также новый метод стеганоанализа обеспечивающий более высокую эффективность обнаружения встраивания в вейвлет области изображения по сравнению с существующими методами. Подготовка к публикации полученных результатов велась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был значительным. Представленные к защите результаты получены лично автором. Постановка целей и задач выполнена научным руководителем.

3. Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Достоверность результатов подтверждена обзором существующих разработок в области обнаружения встроенной информации в неподвижных изображениях, использованием апробированного математического аппарата, экспериментальной проверкой результатов исследований, проведением сравнительного анализа полученных результатов с существующими показателями. Все основные результаты работы прошли апробацию в докладах на научных конференциях, а также в публикациях в различных научных журналах, в том числе входящих в перечень ВАК, а также различных конференциях: 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 исследования.

Научную новизну составляют разработанные способы повышения эффективности обнаружения встроенной информации в вейвлет область неподвижных изображений, отличающиеся использованием ряда характеристик изображения, которые ранее не применялись для обнаружения встроенной встраивания в вейвлет области изображения. В частности, предлагается использовать характеристики частотной области изображения, взаимосвязь между областями одно- и двух-уровневого вейвлет преобразования, особенности вейвлет преобразования и его влияние на определенные параметры областей коэффициентов, получаемых с его помощью, а также высокую степень сходства между оригинальным изображением и низко частотной областью данного изображения.

По итогам работы разработан метод стеганодетектирования встроенной информации в вейвлет области неподвижных изображений обладающий более высокой эффективностью

по сравнению с существующими методами. Использование данного метода стеганодетектирования позволяет повысить уровень защищенности информации за счет снижения вероятности реализации риска ее несанкционированной утечки по каналам связи, основанной на использовании стеганографии для встраивания информации в вейвлет области неподвижных изображений.

5. *Ценность научных работ соискателя.*

Автором диссертационной работы Сивачевым А.В., разработаны методы по эффективному обнаружению факта встраивания информации в вейвлет область неподвижных цифровых изображений для решения задачи обнаружения скрытых каналов передачи информации, основанных на скрытии информации в вейвлет области цифровых изображений

Теоретические аспекты диссертационной работы используются в курсе лекций и лабораторных занятий при подготовке магистров по программе «Проектирование комплексных систем информационной безопасности» по специальности 10.04.01 «Информационная безопасность» на кафедре «Проектирования и безопасности компьютерных систем».

Также результаты диссертации внедрены в Санкт-Петербургском филиале института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова (СПбФ ИЗМИРАН) и в Научно-производственном объединение «Импульс» (НПО «Импульс»), что подтверждается соответствующими актами о внедрении.

6. Диссертация «Методы повышения эффективности обнаружения встроенной информации в вейвлет области неподвижных изображений при помощи машинного обучения» соответствует требованиям п. 9 и п.14 Положения о присуждении ученых степеней утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. и пунктам 5, 6 Паспорта специальностей ВАК технических наук по специальности 05.13.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность»

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

Основные результаты работы опубликованы в 12 работах, включая 6 работ опубликованных в изданиях включенных в перечень ВАК и 1 работу опубликованную в журнале индексируемом Scopus, а также 5 работ - в иных изданиях.

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

• Sivachev A., Prokhozhev N., Mikhailichenko O., Bashmakov D., Korobeynikov A.G. Passive Steganalysis Evaluation: Reliabilities of Modern Quantitative Steganalysis Algorithms [Текст] // *Advances in Intelligent Systems and Computing* – 2016. Vol. 451. – pp. 89-94 – 0,312 п.л. / 0,125 п.л

В работе исследованы возможности современных статистических алгоритмов стеганоанализа в задаче обнаружения встраивания в пространственную область неподвижных цифровых изображений. Оценена эффективность современных методов стеганоанализа в пространственной области неподвижных изображений и сделан вывод о низкой эффективности современных методов стеганоанализа в пространственной области неподвижных изображений при малых объемах полезной нагрузки.

7.2. *Научные издания, входящие в перечень российских рецензируемых журналов:*

• Сивачев А.В. Повышение эффективности стеганоанализа в области ДВП изображения посредством анализа параметров частотной области изображения // *Кибернетика и программирование*. — 2018. - № 2. - С.29-37. URL: http://enotabene.ru/kp/article_25564.html – 0,50 п.л. / 0,50 п.л

В работе предложен метод повышения эффективности стеганоанализа при обнаружении встраивания в области коэффициентов LH и HL ДВП изображения за счет использования особенностей частотной области изображения, получаемой в результате дискрет-

но-косинусного или дискретно-синусного преобразования изображения, в частности определенных коэффициентов данных областей.

• Сивачев А.В. Эффективность статистических методов стеганоанализа при обнаружении встраивания в вейвлет область изображения [Текст], Вопросы кибербезопасности - 2018. № 1. – С. 72-78 – 0,375 п.л. / 0,375 п.л.

В работе предложен метод повышения эффективности стеганоанализа при обнаружении встраивания в область коэффициентов LL ДВП изображения за счет использования пространственных методов стеганоанализа, в частности статистических алгоритмов, для анализа низкочастотной области LL на предмет встраивания.

• Сивачев А.В., Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В. Повышение точности методов стеганоанализа путем оптимизации параметров вейвлет-преобразования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 1. С. 113–121 – 0.50 п.л. / 0,40 п.л.

В работе предложен метод повышения эффективности стеганоанализа при обнаружении встраивания в области коэффициентов LH и HL ДВП изображения за счет использования специально подобранного вейвлета, который позволяет оценить значения определенных, используемых методами машинного обучения, параметров для оригинальных изображений, что позволяет повысить эффективность стеганоанализа.

• Сивачев А.В., Михайличенко О.В., Прохожев Н.Н., Башмаков Д.А. Повышение точности стеганоанализа в области ДВП путем использования взаимосвязи между областями двумерного и одномерного разложений [Текст] // Кибернетика и программирование – 2017. - № 2. – С. 78-87 URL: http://e-notabene.ru/kp/article_22412.html – 0,56 п.л. / 0,45 п.л.

В работе предложен метод повышения эффективности стеганоанализа при обнаружении встраивания в области коэффициентов LH и HL ДВП изображения за счет использования взаимосвязи между различными уровнями разложений изображения-контейнера, что позволяет оценить значения определенных, используемых методами машинного обучения, параметров для оригинальных изображений, что позволяет повысить эффективность стеганоанализа.

• Сивачев А.В., Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В., Башмаков Д.А. Эффективность стеганоанализа на основе методов машинного обучения [Текст] // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики – 2017. – № 3. – С.457-466 – 0,56 п.л. / 0,45 п.л.

В работе оценена эффективность стеганоанализа неподвижных цифровых изображений на предмет наличия встроенной информации в вейвлет области с помощью методов стеганоанализа на основе методов машинного обучения. Сделан вывод о низкой эффективности существующих методов стеганоанализа, особенно для областей LH и HL.

• 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. URL: http://e-notabene.ru/kp/article_24919.html – 0,50 п.л. / 0,05 п.л.

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.

7.3 Публикации в иных изданиях:

• Сивачев А.В., Башмаков Д.А., Михайличенко О.В. Влияние предварительной обработки контейнера фильтрами на точность статистического стеганоанализа //IV Конгресс молодых ученых (КМУ-2015). Сборник трудов IV Всероссийского конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://research.ifmo.ru/file/stat/252/trudy_4vkmu.pdf, своб. – С. 364-368 – 0,25 п.л. / 0,11 п.л.

Исследовано влияние обработки изображения с помощью различных фильтров на эффективность стеганоанализа этого изображения на предмет наличия встроенной информации. Сделан вывод о влиянии обработки изображения-контейнера фильтрами на

эффективность стеганоанализа, которое зависит от используемого фильтра.

• Сивачев А.В., Прохожев Н.Н. Применение статистических методов пространственной области стеганоанализа для обнаружения встраивания информации в область ДВП изображения [Текст] // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России – 2016. – № 4. – С.128-131. – 0,25 п.л. / 0,20 п.л.

Исследована эффективность анализа изображений с помощью статистических алгоритмов стеганоанализа для пространственной области на предмет наличия встроенной информации в вейвлет области изображения. Сделан вывод о неэффективности статистических методов стеганоанализа для пространственной области при анализе изображений на предмет наличия встроенной информации в вейвлет области.

• Сивачев А.В., Прохожев Н.Н., Михайличенко О.В., Башмаков Д.А., Коробейников А.Г. Исследование эффективности применения статистических алгоритмов количественного стеганоанализа в задаче детектирования скрытых каналов передачи информации [Текст] // Программные системы и вычислительные методы - 2015. - № 3. - С. 281-292 – 0,687 п.л. / 0,300 п.л.

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 наилучшую эффективность в задаче определения факта встраивания в пространственную область неподвижных цифровых изображений, среди рассмотренных.

• Сивачев А.В., Башмаков Д.А., Прохожев Н.Н. Исследование влияния используемого типа вейвлетов на эффективность обнаружения встраивания в область ДВП изображения //VI Конгресс молодых ученых (КМУ-2017). Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://kmu.ifmo.ru/collections_article/5001/issledovanie_vliyaniya_ispolzuemogo_tipa_veyvletov_na_effektivnost_obnaruzheniya_vstravaniya_v_oblast_dvp_izobrazheniya.htm, своб. – 0,0625 п.л. / 0,0500 п.л.

Исследовано влияние используемого вейвлета на эффективность стеганоанализа изображения на предмет наличия встроенной информации в вейвлет области изображения. Сделан вывод о том, что используемый вейвлет оказывает определенное влияние на эффективность стеганоанализа изображений на предмет наличия встроенной информации в вейвлет области изображений

• Сивачев А.В., Башмаков Д.А., Михайличенко О.В. Исследование эффективности нейронных сетей в задаче детектирования скрытого канала передачи информации в вейвлет области //V Конгресс молодых ученых (КМУ-2016). Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание [Электронный ресурс]. - Режим доступа:

http://kmu.ifmo.ru/collections_article/3885/issledovanie_effektivnosti_neyronnyh_setey_v_zadache_detektirovaniya_skrytogo_kanala_peredachi_informacii_v_veyvlet_oblasti.htm, своб. – 0,0625 п.л. / 0,0500 п.л.

Исследовано влияние использования различных методов машинного обучения на эффективность обнаружения встраивания в вейвлет область неподвижных изображений.

Диссертация «Методы повышения эффективности обнаружения встроенной информации в вейвлет области неподвижных изображений при помощи машинного обучения» Сивачева Алексей Вячеславовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

Заключение подготовлено на заседании кафедры «Проектирования и безопасности компьютерных систем» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики».

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

Присутствовало на заседании 52 чел.
Результаты голосования: «за» 52 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0
чел., протокол № 6 от «20» сентя 2018 г.

Секретарь кафедры
«Проектирования и безопасности
компьютерных систем»

Е.Н. Коваль

Заведующий кафедрой «Проектирования и
безопасности компьютерных систем» к.т.н.,
доцент

Д.А. Заколдаев

Заключение утверждено на заседании госу.

нной комиссии.

Председатель ГЭК, д.т.н., профессор

А.П. Нырков