

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента СИНЮКА Александра Демьяновича на диссертационную работу Башмакова Даниила Андреевича «Методы и алгоритмы выявления встроенных сообщений в пространственной области неподвижных изображений при малой полезной нагрузке», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность»

* **1. Актуальность темы диссертации.** Современное время характеризуется всесторонней информатизацией всех сфер деятельности общества. В условиях увеличивающихся потоков информационного обмена, развития информационных технологий и методов передачи, обработки и хранения информации в различных телекоммуникационных сетях, и в том числе и глобальной сети Интернет, существенно усложняется функционирование средств стеганодетектирования в целях перекрытия каналов передачи информации, используемой в незаконных целях, например, ведение промышленного шпионажа, организации общественно опасной деятельности (терроризм, незаконное распространение наркотических средств, торговля людьми и т.д.).

Злоумышленники в качестве контейнеров для встраивания информации не редко используют элементы передаваемого потока мультимедийной информации, которым можно отнести электронные файлы цифровых изображений, например, с фотографиями, картинами, рисунками и т.д.

Увеличивающиеся возможности электронной техники по формированию электронных файлов цифровых изображений определяют большой рост разрешения изображений и увеличение объемов файлов их содержащих. Это позволяет злоумышленникам производить встраивание значительных объёмов информации с сохранением достаточно малого значения отношения объема встроенной информации к объему файла-контейнера изображения, т.е. получать малые значения отношения «нагрузка-контейнер» (ОНК). Одним из наиболее известных методов встраивания сообщений в контейнер файла изображения считается метод наименее значащих бит (НЗБ), который, несмотря на свои недостатки, находит широкое применение в связи с простотой реализации, быстродействием алгоритмов встраивания, достаточно высокими показателями скрытности и объёма передаваемой полезной информационной нагрузки образованного стеганографического канала связи.

Анализ результатов функционирования известных НЗБ-методов выявления встроенных сообщений в файлах-контейнерах с цифровыми изображениями в условиях организации стегоканалов с малыми значениями

ОНК показывает, что они обладают низкой эффективностью выявления встроенных сообщений. В связи с этим **тема** работы Д. А. Башмакова является **актуальной**.

Складывающаяся ситуация в стегодетектировании встроенных сообщений в новых условиях позволяет сделать вывод о том, что разработка метода выявления встроенных сообщений в цифровых изображениях в условиях малых значений полезной нагрузки (МПН) способна существенно повысить эффективность этого процесса.

В этих условиях отчетливо проявляется **проблемная ситуация**, заключающаяся в постоянном увеличении размеров стегоконтейнеров цифровых изображений с одной стороны, и несовершенстве известных методов выявления встроенных сообщений в условиях малых значений полезной нагрузки с другой стороны.

На разрешение указанной проблемной ситуации направлена **цель работы**, которая заключается в повышении эффективности выявления встроенных сообщений в НЗБ пикселей цифровых изображений в условиях малой полезной нагрузки для предотвращения утечки информации по стенографическим каналам связи.

Объектом исследования выбраны контейнеры для встраивания, являющиеся цифровыми неподвижными изображениями с информацией, встроенной в наименьшие значащие биты пространственной области файла-контейнера. **Предметом исследования** являются методы и алгоритмы выявления встроенных сообщений в неподвижных цифровых изображениях при малой полезной нагрузке.

В соответствии с изложенным представляется актуальной и своевременной решаемая в работе **научная задача** разработки модели, алгоритмов и метода выявления встроенных сообщений в плоскости наименьших значащих бит пространственной области неподвижных изображений при малой полезной нагрузке.

2. Новизна, теоретическая и практическая значимость полученных научных результатов.

Новыми, полученными лично автором в ходе исследования и содержащимися в диссертации, являются следующие научные положения:

- модель выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах фоновых зон пространственной области неподвижных изображений при малой полезной нагрузке обеспечивающая адаптивный подход к выявлению встроенных сообщений в фоновых зонах;
- алгоритмы выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах фоновых зон пространственной области неподвижных цифровых изображений при малой полезной нагрузке обеспечивающие повышенную точность прогноза пикселей анализируемого изображения в фоновых зонах.
- метод выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах пространственной области неподвижных изображений обеспечивающий

повышенную эффективность выявления встроенных сообщений при малой полезной нагрузке.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- впервые разработана модель выявления встроенных сообщений в наименьших значащих битах фоновых зон пространственной области изображений файлов-контейнеров отличающаяся от известных определением и выделением особых семантических областей анализируемого изображения называемых фоновыми зонами и оценкой эффективности детектирования в предлагаемых двух укрупненных структурах пикселей фоновых зон: кортежах и градиентах, что позволяет увеличить точность оценки вероятности ложноположительных классификаций как важнейшего элемента комплексного показателя эффективности выявления встроенных сообщений;
- предлагаемые впервые алгоритмы выявления встроенных сообщений фоновых зон в отличие от известных позволяют оценить эффективность детектирования в НЗБ цифровых изображений файлов-контейнеров посредством декомпозиции фоновых областей пикселей на кортежи и градиенты с последующим их анализом с учётом собранной статистики объединения подобных кортежей обработанных ранее, что существенно улучшает результаты оценивания;
- синтезированный метод выявления встроенных сообщений в отличие от известных включает оценку области применимости, способы выделения фоновой зоны изображения и комплексного использования предложенных алгоритмов выявления встроенных сообщений и позволяет увеличить эффективность выявления встроенных сообщений за счёт оценки значений НЗБ пикселей анализируемого цифрового изображения с точностью, критичной для условий малых значений отношения «нагрузка-контейнер».

Разработанные в диссертации модель выявления встроенных сообщений методом НЗБ в особых фоновых зонах пространственной области изображений файлов-контейнеров и предлагаемые алгоритмы выявления встроенных сообщений на основе учета статистики укрупненных объединений пикселей в виде кортежей и градиентов объединенные в рамках предложенного метода с целью увеличения эффективности оценки наличия встроенных сообщений в условиях реализации злоумышленником малых значений отношения «нагрузка-контейнер» при организации стеганографического канала связи определяют **теоретическую значимость и вклад в науку** и позволяют решать широкий спектр прикладных задач.

Практическая значимость результатов исследований заключается в предложении к использованию метода выявления встроенных сообщений в неподвижных цифровых изображениях, обеспечивающего высокую точность по сравнению с известными методами стегоанализа за счёт функционирования в рамках специальной модели посредством оригинальных алгоритмов выявления встроенных сообщений, предложенных в работе, получении экспериментальных оценок эффективности и возможности применения предложенного метода выявления встроенных сообщений в

рамках совершенствования известного способа стегоанализа Weighted Stego в новых условиях малых значений ОНК, формулировке автором рекомендаций по применению результатов работы, использовании разработанного научно-методического аппарата вместе с результатами оценок выявления встроенных сообщений ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» в учебной дисциплине «Стеганографические методы защиты информации», а также разработке прототипа программной системы-реализации, что подтверждается полученными актами внедрения.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность результатов диссертационных исследований обеспечивается:

- полноценным анализом состояния исследований в области способов и методов стегоанализа файлов цифрового изображения, а также методов встраивания сообщений в подобные файлы-контейнеры;
- корректностью постановки задач исследования;
- обоснованностью выбора исходных данных, принятых допущений и ограничений при моделировании процессов, как стенографического встраивания сообщений, так и выявления встроенных сообщений.
- состоятельностью теоретических положений и полученных выводов;
- достаточно полным учетом факторов, оказывающих влияние на процесс выявления встроенных сообщений.

Достоверность научных результатов подтверждается:

- корректным применением апробированного математического аппарата кривых доверительных интервалов (ROC curve) ориентированного на оценку эффективности стегоанализа цифровых изображений;
- согласованностью полученных результатов с данными проведенных ранее исследований, а также полученными реализациями и апробациями;
- апробированием основных теоретических положений диссертации в процессе обсуждения на международной научно-практической конференции, всероссийских конференциях, студенческом форуме и конгрессах молодых ученых, использованием их в учебном процессе ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»;
- содержанием актов реализации основных результатов исследования в СПбФ ИЗМИРАН, ОКБ «Электроавтоматика» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

4. Публикации, реализации и апробация научных положений.

Результаты диссертационных исследований **опубликованы** в 9 научных трудах, из которых 5 научных статей опубликованы в изданиях,

входящих в перечень рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций рекомендованный ВАК РФ, одна работа опубликована в издании, входящем в базу цитирований Scopus. Публикации отражают научные положения, выносимые автором на защиту. Ссылки на совместные работы и работы других авторов использованы корректно.

Основные результаты работы **апробировались** на: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе», 2014 г.; III, V, VI Всероссийских конгрессах молодых учёных, 2014 г., 2016 г., 2017 г., соответственно; Всероссийском студенческом форуме «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России», 2015 г.

Результаты работы **реализованы** в: Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук ИЗМИРАН (северо-западный филиал в Санкт-Петербурге); Акционерном обществе «Опытно-конструкторское бюро «Электроавтоматика» имени П.А. Ефимова»; ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» в учебной дисциплине «Стеганографические методы защиты информации».

5. Оценка содержания диссертации и степени ее завершенности. Оценка содержания автореферата.

По **содержанию** диссертационная работа представляется в виде завершенной научной работы, которая включает в себя введение, четыре главы с выводами по каждой из них, заключение и список литературы. Она содержит 150 страниц, 39 рисунков, 10 таблиц и список литературы (104 наименования). Распределение материала по главам последовательное и логичное, а его изложение достаточно ясное и грамотное.

В целом диссертационная работа Башмакова Д. А. представляет собой выполненную самостоятельно **завершенную научно-квалификационную работу**, в которой сформулирована и решена актуальная научная задача. Диссертационная работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, свидетельствует о личном вкладе автора в науку и обладает практической значимостью. Из проведенного анализа материалов диссертационной работы следует, что автором получен ряд оригинальных результатов, имеющих существенное значение для совершенствования методов выявления встроенных сообщений лежащих в основе стегоанализа.

Полученные результаты достоверны и в достаточной степени обоснованы. Следует отметить целостность построения диссертационной работы. Материал изложен логично, содержание рисунков и таблиц хорошо

продумано. Рукопись оформлена с соблюдением требований к материалам, представляемым в печать.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 05.13.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

Глубокое понимание автором сущности научной задачи нашло свое выражение в сформулированных им направлениях дальнейших исследований.

Автореферат правильно и достаточно полно передает основное содержание диссертации. Он оформлен в соответствии с требованиями ВАК России. Стиль изложения в основном способствует пониманию содержания работы.

Наряду с вышеперечисленными достоинствами, указанная работа не лишена **недостатков**, не влияющих на общее качество работы, а именно:

1. Отсутствие в материалах диссертации списка сокращений и обозначений, использование иногда разных аббревиатур в целях обозначения одного и того же термина, например, НЗБ и LSB, а также определение процесса оценки как прогнозирование в некоторой степени затрудняет анализ и обдумывание результатов исследования.
2. Работа несколько перегружена материалом, связанным с анализом предметной области вместе с оценкой актуальности и составляет 47 из 150 страниц представленной рукописи диссертации.
3. При оценивании эффективности предложенного метода выявления встроенных сообщений используются частные показатели качества, такие как вероятности корректной и ложноположительной классификаций. Вместе с тем, при оценивании эффективности не учитываются такие показатели эффективности, как ресурсоемкость (затраты ресурсов на достижение целевой функции в виде дополнительного оборудования, дополнительных процедур и т.п.). При таком подходе к оцениванию эффективности сопоставительный анализ предложенного метода выявления встроенных сообщений с известными решениями был бы более корректным. Дополнительный учет в оценке эффективности предполагаемой модели стегаканала позволил бы, возможно, увеличить выигрыш от применения предлагаемого решения.
4. В формульном выражении оценки риска реализации угрозы R на странице 34 рукописи диссертации не в полном объеме описана функция потерь U .
5. В материалах диссертации не совсем ясно показан этап обучения сегментационной нейронной сети по селекции фоновых зон изображения.

Однако, хотя отмеченные недостатки несколько снижают впечатление о работе, они не оказывают принципиального влияния на ее общую положительную оценку научной и практической значимости и не изменяют положительного мнения о достижимости работой поставленных целей.

6. Заключение: Диссертационная работа содержит решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для обеспечения информационной безопасности современных инфокоммуникационных систем страны и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 28 августа 2017 г.) предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Башмаков Даниил Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.19 – «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность».

Официальный оппонент

Профессор кафедры безопасности инфокоммуникационных систем специального назначения Военной академии связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного доктор технических наук, ;

др Демьянович

Сведения о составителе от

ФИО: Синюк Александр Д

Ученая степень: доктор т

Ученое звание: доцент

Место работы: Военная
С.М. Буденного

Должность: профессор
систем специального на

Почтовый адрес: 1943
шоссе д. 12, к. 1, кв. 51.

Тел.: 8 960 279 38 86

Электронная почта: een1

ветского Союза

муникационных

ово, Юкковское

Подпись Синюка А. Д. у

В и БВС
ОТДЕЛА

ИГОРЬЕВ