Белобокова Юля Александровна. Модели и алгоритмы защитной маркировки для обеспечения аутентичности и целостности растровых изображений: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.17 / Белобокова Юля Александровна;[Место защиты: Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования].- Москва, 2014.- 112 с.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный университет печати**

**имени Ивана Федорова» .**

**На**

**правах рукописи**

БЕЛОБОКОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**Модели и алгоритмы защитной маркировки для обеспечения
аутентичности и целостности растровых изображений**

Специальность 05.13.17. — "Теоретические основы информатики

(технические науки)" '

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель д.т.н., профессор Д.И.Попов

Москва 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

[Введение 4](#bookmark2)

[Глава 1. Анализ существующих методов защитной маркировки растровых изображений цифровыми водяными знаками 9](#bookmark3)

1. [Основные растровые форматы цифровых изображений 9](#bookmark4)
2. [Обзор видов модификации защищаемых изображений 14](#bookmark5)
3. [Цифровые водяные знаки 16](#bookmark6)
4. [Организационные способы защиты изображений 20](#bookmark10)
5. Анализ алгоритмов маркировки изображений цифровыми водяными

знаками 22

1. [Выводы по главе 33](#bookmark15)

[Глава 2. Выбор метода маркировки цифровых изображений 35](#bookmark16)

1. [Двумерное дискретное косинусное преобразование 35](#bookmark17)
2. Сравнение методов скрытия данных в коэффициентах дискретного

косинусного преобразования 37

1. [Метод Коха и Жао 41](#bookmark19)
2. [Выводы по главе 46](#bookmark21)

[Глава 3. Разработка моделей защиты растровых изображений 47](#bookmark22)

1. [Модели защитной маркировки растровых изображений 47](#bookmark23)
2. Алгоритм множественной защитной маркировки растровых изображений49
3. Алгоритм проверки целостности промаркированных растровых

изображений 54

1. Модель определения оптимальных значений коэффициента силы

встраивания 57

1. [Выводы по главе 62](#bookmark28)

[Глава 4. Практическая реализация разработанных моделей 63](#bookmark29)

1. Программный модуль 63
2. [База данных для хранения защищенных изображений 77](#bookmark30)
3. Экспериментальная оценка сохранности информации после атак на

изображение 80

з

1. [Выводы по главе 104](#bookmark32)

[Заключение 105](#bookmark33)

[Библиографический список 106](#bookmark34)

**Введение**

Последние десятилетия, которые можно справедливо назвать временем цифровых и сетевых технологий, открыли большие возможности для фотографов, художников и других специалистов, работающих с растровыми изображениями.

Со временем у большинства дизайнеров, графиков и фотографов накапливается большое количество созданных ими изображений, которые удобнее всего сохранять в различных документарных системах. Постоянное развитие и совершенствование инструментов графических редакторов позволяет не только улучшать качество исходных изображений, но и изменять их формат, геометрические параметры, а также информационное содержание, создавая качественные и реалистические коллажи. Повсеместное использование глобальных сетей, а также распространение электронных средств массовой информации дают возможность графикам и фотохудожникам демонстрировать свои работы множеству людей по всему миру, а фотокорреспондентам - оперативно размещать репортажи о происходящих событиях.

**Актуальность исследований**

Постоянное совершенствование инструментов обработки растровых изображений имеет свою негативную сторону, поскольку упрощает процесс подделки изображений сторонними лицами. Проблема обеспечения аутентичности и целостности растровых изображений делает актуальной задачу разработки моделей и алгоритмов их защитной маркировки.

Задача разработки таких моделей и алгоритмов не является тривиальной, поскольку необходимо не просто доказать факт нарушения авторского права на растровое изображение, а определить, каким образом была нарушена его целостность, то есть указать, в каких именно фрагментах этого изображения были сделаны изменения.

При фальсификации цифровое растровое изображение может быть подвергнуто следующим воздействиям: кадрированию, удалению, клонированию или добавлению информационных фрагментов, применению фильтров графических редакторов и инструментов для коррекции изображений, а также смене цифрового формата, сжатию с потерями, поворотам на малые углы и масштабированию. Некоторые из этих воздействий, такие, как повороты и масштабирование, не удаляя защитную маркировку, делают невозможным ее детектирование без возвращения промаркированного изображения в исходное состояние. Для упрощения решения данной задачи предполагается использование вспомогательных средств защиты изображений, таких, как документарные системы.

Разрабатываемая модель защитной маркировки растровых изображений должна указывать на изменение их целостности, быть устойчивой к последствиям воздействий на эти изображения, а также учитывать особенности их форматов. Основой для разрабатываемой модели защитной маркировки послужили цифровые водяные знаки (ЦВЗ) — невидимые метки, встраиваемые в изображение для подтверждения авторского права на него.

Объектом исследования являются документарные системы, включающие базы цифровых изображений.

Предметом исследования являются существующие методы и алгоритмы встраивания цифровых водяных знаков.

Цель и основные задачи исследования

Целью работы является разработка моделей и алгоритмов защитной маркировки хранящихся в базах данных растровых изображений, для определения их аутентичности и целостности посредством многократного встраивания цифровых водяных знаков.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

* Анализ существующих методов и алгоритмов маркировки цифровых изображений водяными знаками.
* Разработка модели защиты и алгоритма защитной маркировки растровых изображений путем многократного встраивания водяных знаков.
* Разработка модели и алгоритма проверки растровых изображений на аутентичность и целостность.
* Программная реализация разработанных алгоритмов.
* Проведение экспериментов с целью подтверждения работоспособности и практической применимости предложенных моделей и алгоритмов.

**Методы исследования**

При разработке моделей и алгоритмов в диссертации использовались методы спектрального анализа сигналов, дискретной математики, теории цифровой обработки изображений, компьютерного анализа данных.

**Научная новизна**

Научная новизна работы состоит в следующем:

* разработана модель защиты растровых изображений, позволяющая идентифицировать оригинальные и модифицированные фрагменты изображений;
* определены оптимальные значения коэффициента силы встраивания цифровых водяных знаков для различных частотных фрагментов изображения, позволяющие делать незаметной и стойкой защитную маркировку.

**На защиту выносятся:**

* Модель защитной маркировки растровых изображений на основе внедрения ЦВЗ в частотные коэффициенты защищаемого изображения и проверки изображений на аутентичность и целостность;
* алгоритм маркировки растровых изображений двумя видами ЦВЗ;
* алгоритм метода проверки целостности растрового изображения.

**Достоверность и обоснованность научных положений, рекомендаций и**

**выводов**

Обоснованность научных положений, практических рекомендаций и выводов определяется корректным использованием моделей и алгоритмов. Достоверность положений и выводов диссертации подтверждается положительными результатами проведенных вычислительных экспериментов и внедрения.

**Практическая ценность и реализация результатов работы**

Практическая ценность работы состоит в следующем:

* разработаны алгоритмы, позволяющие выявлять нарушения целостности изображений, определяя фальсифицированные области, а также аутентифицировать заимствованные фрагменты в сторонних изображениях;
* определены зависимости сохранности маркировок от воздействий, примененных к промаркированным растровым изображениям;
* проведены эксперименты для определения оптимальных значений коэффициента силы встраивания, позволяющие выбирать его значение до момента маркировки растровых изображений.

Научные результаты, полученные в данной работе, доведены до практического использования. Они представляют непосредственный интерес для дизайнеров, фотографов и владельцев электронных СМИ.

Апробация работы

В ходе выполнения работы результаты исследований докладывались на заседаниях кафедры «Информатика, вычислительная техника и автоматизация в медиаиндустрии» МГУП имени Ивана Федорова в 2013-2014 годах; на научно­практических семинарах «Новые информационные технологии в

автоматизированных системах», Москва, Россия в 2008 и 2011-2014 годах.

Структура работы соответствует списку перечисленных задач, содержит описание разработанных моделей и алгоритмов.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключений по каждой главе, основных результатов, библиографического списка.

Содержание работы

Во введении к диссертации обосновывается актуальность работы, определяются цели работы, ставятся задачи исследования, обозначается область исследований данной диссертационной работы, приводятся методологические основы диссертационной работы, формулируется список положений, выносимых на защиту, формулируется научная новизна проведенного исследования, указывается практическая ценность результатов работы.

В первой главе диссертации проводится анализ существующих методов и алгоритмов встраивания ЦВЗ в растровые изображения, рассматривается проблема обеспечения стойкости защитной маркировки после различных воздействий на защищенные изображения.

Во второй главе обосновывается выбор метода для основы разрабатываемых моделей, описывается алгоритм, разработанный Кохом и Жао.

В третьей главе описываются разработанные на основе выбранного алгоритма модели и алгоритмы защитной маркировки растровых изображений водяными знаками и проверки целостности промаркированных изображений.

В четвертой главе описывается структура разработанного программного модуля, а также эксперименты по определению оптимальных значений коэффициента силы встраивания, также оценивается влияние различных воздействий на стойкость защитной маркировки.

Заключение содержит основные полученные результаты и выводы из выполненных в работе исследований.

Диссертация изложена на 112 страницах, содержит 36 рисунков, 19 таблиц.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе выполнения диссертационной работы была решена научная задача по разработке методики защиты цифровых изображений на основе внедрения цифровых водяных знаков в частотные коэффициенты защищаемого изображения.

**Основные выводы и результаты работы:**

1. В диссертационной работе разработаны модели защитной маркировки растровых изображений и их проверки на аутентичность и целостность. Предложенное решение отличается от существующих аналогов тем, что позволяет разделять модифицированные и неизмененные фрагменты изображения.
2. Разработан алгоритм защитной маркировки фрагментов изображений, позволяющий проводить внедрение бит водяных знаков с учетом системы человеческого зрения и не зависящий от наличия "подходящих" областей.
3. Разработан алгоритм поиска встроенной информации в проверяемых изображениях по слепой схеме, позволяющий выделить наличие модифицированных фрагментов и виды модификации. На основе найденной в изображении маркировки проводится проверка отсутствия искажений элементов.
4. Предложенные теоретические разработки реализованы в виде программного модуля на языке программирования С#.
5. Разработанная программная реализация позволила подтвердить эффективность и практическую значимость разработанных моделей и алгоритмов.
6. Предложенные алгоритмы реализованы в виде программной системы на языке программирования С#.
7. Разработанные программные средства, на основе применения которых были получены практические результаты, подтвердили эффективность и практическую значимость разработанных моделей и алгоритмов.