

## **ПРОБЛЕМЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ-ИЗОБРАЖЕНИЙ**

магистрант Ху Битай (КНР)

*Научный руководитель - канд. техн. наук Садов В. С.*

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Стеганография в настоящее время является весьма эффективным подходом к защите конфиденциальной информации. Суть стеганографии состоит в скрытии самого факта существования оцифрованных секретных данных путем незаметного встраивания их в, находящиеся в открытом доступе, компьютерные файлы-контейнеры. В качестве контейнеров, в основном, используются мультимедийные файлы, которые позволяют скрывать в них достаточно большие объемы секретной информации.

Исследования [1] показывают, что качество стеганографического процесса, т.е. его стойкость к внешним атакам на обнаружение существования встроенных данных в значительной степени зависит от типа выбранного изображения-контейнера. Можно выделить два класса изображений: естественные, полученные с помощью фотокамеры, и синтезированные на компьютере.

Во многих случаях цифровые изображения в компьютерных системах представляются в BMP-формате. В этом формате элемент изображения (пиксель) – это комбинация трех цветовых компонент RGB (красной, зеленой и синей). Каждая из цветовых компонент описывается 8-ми разрядным двоичным кодом (байтом).

Известно [2], что глаз человека не способен обнаружить изменение яркости пикселя на величину, соответствующую единице младшего разряда его цифрового представления. Поэтому младшие разряды такого цифрового кода называют наименее значащими битами (НЗБ), и их можно заменять битами скрываемого сообщения.

Проверку качества проведенного стеганографического процесса осуществляют путем атак на стеганографическую систему. Атаки можно подразделить на визуальные и статистические. Визуальные атаки - это оценка внешним наблюдателем полученного заполненного контейнера (стеганоконтейнера) на наличие в нем некоторых не естественных особенностей.

Причем визуальной оценке подлежат как все изображение в целом, так и отдельно изображения по его битовым плоскостям.

В силу ограниченности возможности системы человеческого зрения, используются статистические атаки на стеганографические системы. В этом плане эффективным считается метод оценки числа переходов значений младших бит в соседних пикселях изображения [3, 4]. Так как последовательность бит младших разрядов является двоичной, то анализируются четыре вида переходов:  $0 - 0$ ,  $0 - 1$ ,  $1 - 0$ ,  $1 - 1$ .

Метод основан на утверждении, что между младшими битами контейнера существуют определенные корреляционные связи. В незаполненном контейнере число указанных переходов будет разным в соответствии с его информационным содержанием. При встраивании секретного сообщения в контейнер его младшие биты заменяются битами сообщения с равной вероятностью появления 0 или 1 на позиции заменяемого бита контейнера. Следовательно, количества переходов в последовательности бит младших разрядов заполненного контейнера будут выравниваться, что не характерно для пустого контейнера. На рисунке 1 приведены изображения пустого и заполненного синтезированных контейнеров и, соответственно, изображения их младших битовых плоскостей.

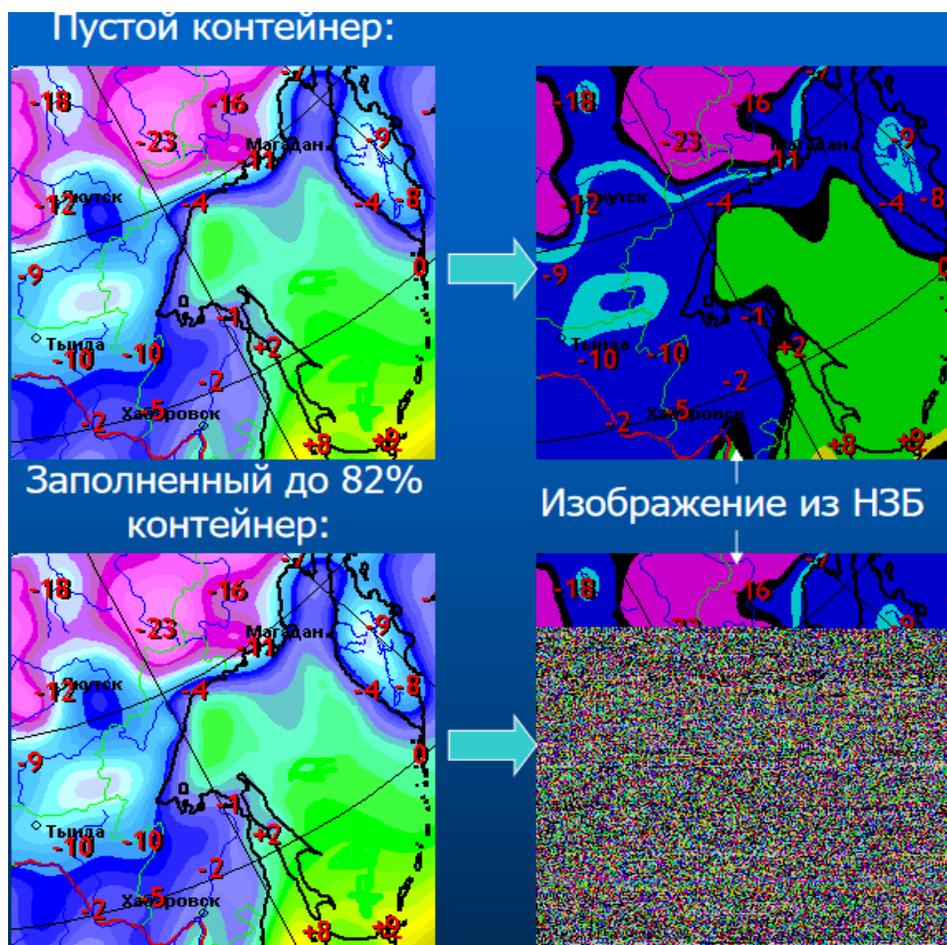
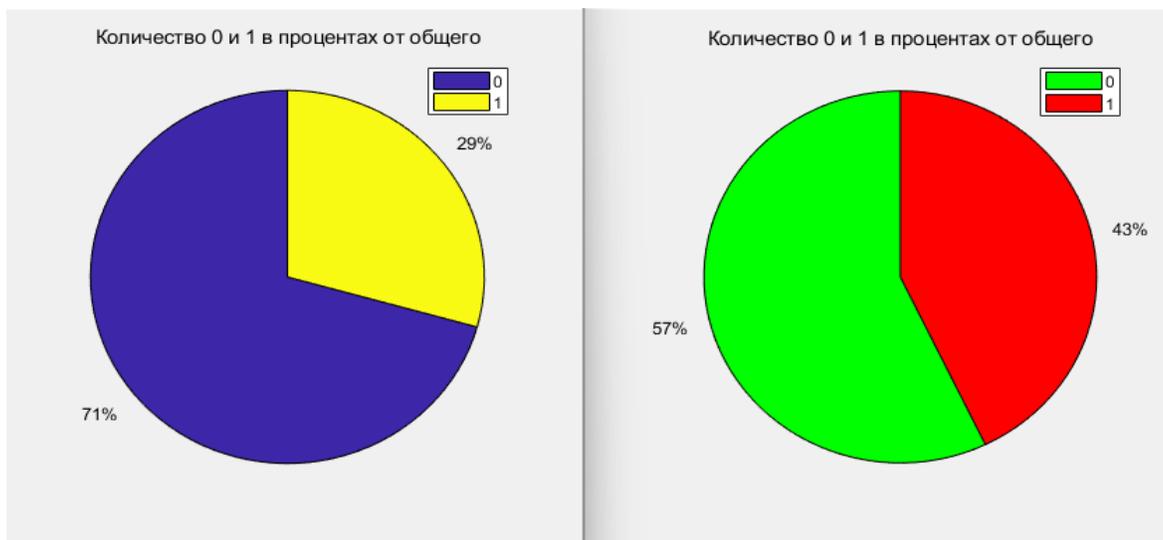
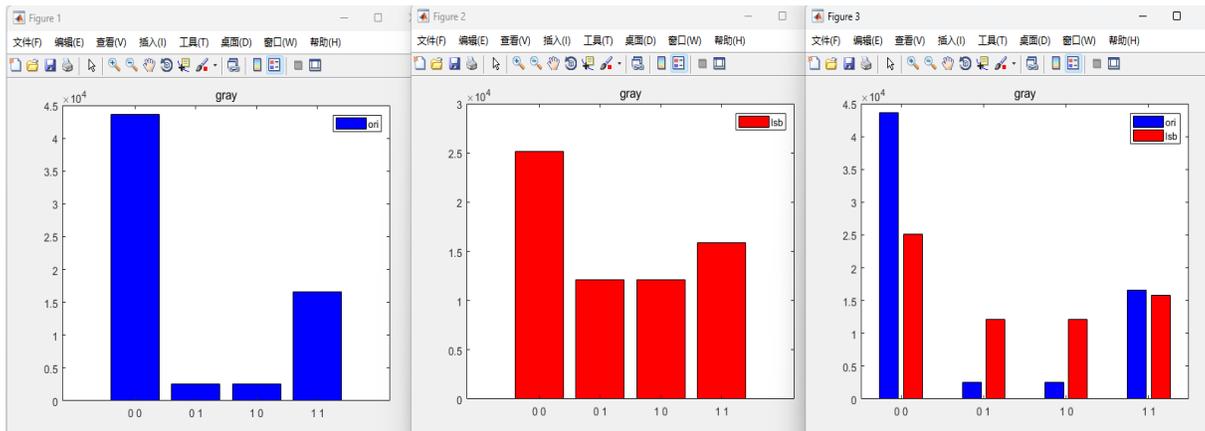


Рисунок 1. Синтезированное изображение пустого и заполненного контейнера тип «Карта погоды» и их младших битовых плоскостей

На рисунке 2, (а), (б) показаны диаграммы численного соотношения «0» и «1» бит в этих контейнерах, а также статистика по числу, выше указанных, переходов значений их младших бит. В таблице 1 приведены численные результаты выравнивания количеств переходов значений младших бит в заполненном контейнере.



а



б

Рисунок 2. Диаграммы соотношения переходов значений бит синтезированного контейнера «Карта погоды»:

- а) – процентное соотношение количества «0» и «1» младших бит для пустого (слева) и заполненного контейнеров;
- б) статистика количества переходов «0» и «1» бит для пустого и заполненного контейнеров

Таблица 1. Численные результаты выравнивания количеств переходов значений младших бит в заполненном контейнере «Карта погоды»

Количество\Переход	00	01	10	11	Средний
Пустой контейнер	43562	2538	2539	16641	16320
Заполненный до 82% контейнер	25130	12135	12148	15867	16320
Количество\Переход		мак	мин	разница	
Пустой контейнер		43562	2538	41024	
Заполненный до 82% контейнер		25130	12135	12995	

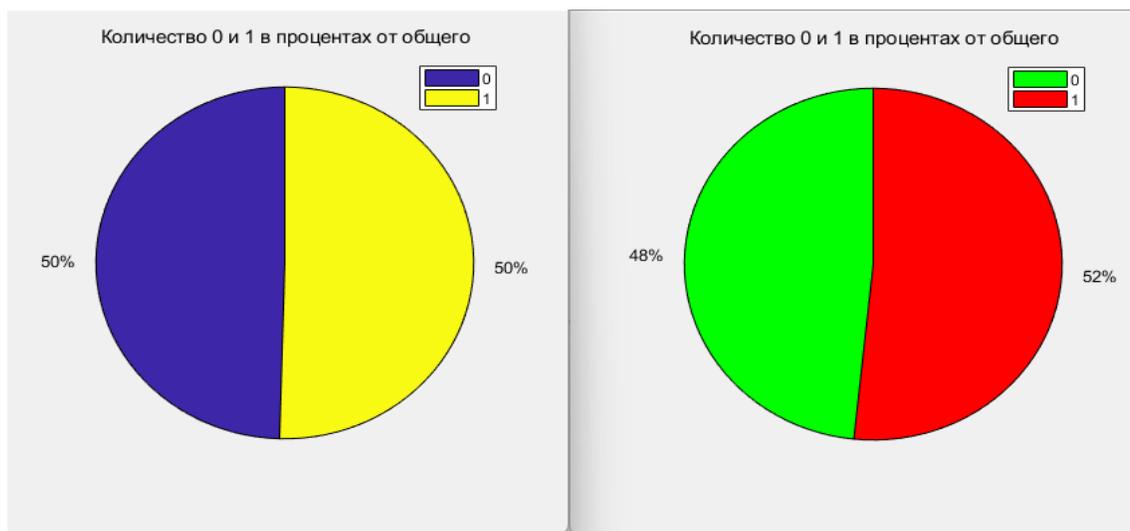
Из таблицы 1 следует, что для данного синтезированного контейнера после встраивания в него сообщения размером 82% от объема его младшей битовой плоскости произошло существенное выравнивание диаграммы соотношения переходов значений младших бит, что может служить индикатором обнаружения стеганоконтейнера.

Проведенные нами исследования показывают, что для большинства синтезированных контейнеров метод оценки числа переходов значений младших бит в соседних пикселях изображения может с достаточно высокой эффективностью использоваться при стеганоанализе. Однако, рассмотренный пример является наиболее показательным среди других с использованием синтезированных контейнеров.

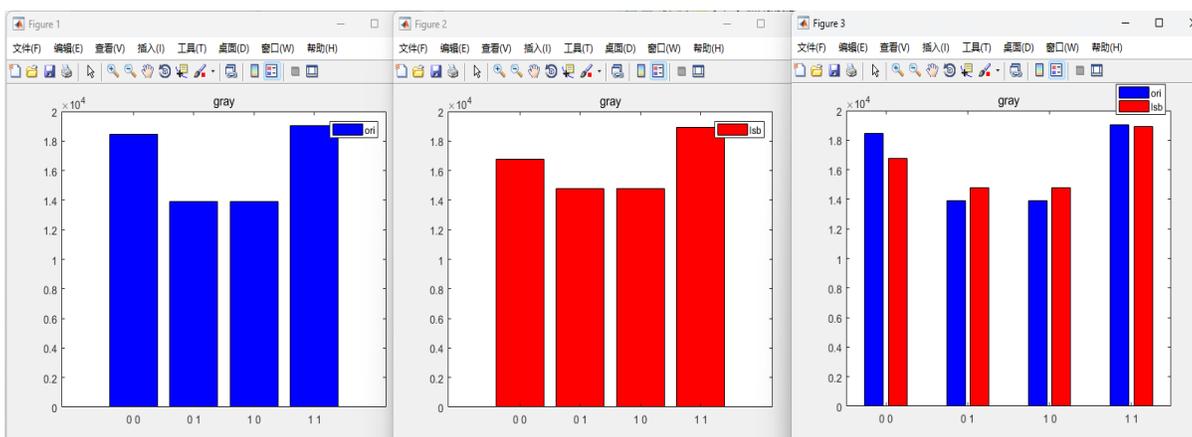
Аналогичные исследования проведены нами с использованием естественных контейнеров. Результаты полученные, с использование наиболее типичного контейнера приведены на рисунках 3, 4 и в таблице 2.



Рисунок 3. Естественное изображение пустого и заполненного контейнера тип «Портрет» и их младших битовых плоскостей



а



б

Рисунок 4. Диаграммы соотношения переходов значений бит естественного контейнера «Портрет»:

- а) – процентное соотношение количества «0» и «1» младших бит для пустого (слева) и заполненного контейнеров;
- б) статистика количества переходов «0» и «1» бит для пустого и заполненного контейнеров

Таблица 2. Численные результаты выравнивания количеств переходов значений младших бит в заполненном контейнере «Портрет»

Количество\Переход	00	01	10	11
Пустой контейнер	18445	13896	13895	19044
Заполненный до 82% контейнер	16791	14774	14806	18909

Количество\Переход	мак	мин	разница
Пустой контейнер	19044	13895	5149
Заполненный до 82% контейнер	18909	14774	4135

Как видно из таблицы 2 разница между максимальным и минимальным значениями диаграмм соотношения переходов значений бит естественного заполненного и пустого контейнера «Портрет» примерно одинакова. Это свидетельствует о том, что статистические характеристики такого типа контейнера при стеганографических модификациях не изменяются.

Действительно, при стеганографическом встраивании данных в младшие биты контейнера-изображения происходит разравнивание статистики поведения его младших бит, что равносильно зашумлению контейнера. Как видно из рисунка 3, у естественных контейнеров уже изначально младшая битовая плоскость зашумлена, поэтому атаки на стеганографические системы с целью обнаружения факта существования секретных вложений в таких контейнерах малоэффективны.

Представленные в данной работе результаты могут помочь оптимизировать процесс выбора подходящего контейнера для конкретного сообщения и повысить стойкость стеганографической системы к внешним атакам.

### *Литература*

1. Садов, В.С. Компьютерная стеганография: учеб. пособие / В.С. Садов. - Минск : РИВШ, 2014. – 172 с. : ил.

2. Грибунин В.Г., Оков И. Н., Туринцев И. В. Цифровая стеганография. СПб.: ВУС, 2009.

3. Кустов В.Н., Параскевопуло А.Ю. Простые тайны стегоанализа / В.Н. Кустов, А.Ю. Параскевопуло // Защита информации, INSIDE. – 2005. – № 4. – С. 72-78.

4. Голуб В.А. Комплексный подход для выявления стеганографического скрывания в JPEG-файлах / В.А. Голуб, М.А. Дрюченко // Инфокоммуникационные технологии. – 2009. – Т. 7, № 1. – С. 44-50.