

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,  
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»  
(СПбГУТ)

---

Факультет инфокоммуникационных сетей и систем  
Кафедра защищенных систем связи  
Дисциплина стеганография

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Стегосистема, использующая широкополосные сигналы,  
формируемые по секретному стегоключу (СГ-ШПС)  
(тема практической работы)

Направление/специальность подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
(код и наименование направления/специальности)

Студенты:

Громов А. А., ИКТЗ-83

(Ф.И.О., № группы)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Жиляков Г. В., ИКТЗ-83

(Ф.И.О., № группы)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Мазеин Д. С., ИКТЗ-83

(Ф.И.О., № группы)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Миколаени М. С., ИКТЗ-83

(Ф.И.О., № группы)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Научный руководитель:

К.т.н., доцент каф. ЗСС, Герлинг Е. Ю.

(учетная степень, учетное звание, ФИО)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Санкт-Петербург  
2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ .....	3
ЗАДАЧА 1.....	3
ЗАДАЧА 2.....	4
ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ .....	6
ВЫВОДЫ.....	7

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данного практического занятия является закрепление на практике, материала, пройденного на лекции. В данном практическом занятии будут даны примеры, для практического решения задач по теме СГ-ШПС.

## ЗАДАЧА 1

Рассчитать вероятность ошибки извлечения бита информации информированным и слепым декодером, если СГ-ШПС имеет следующие параметры: дисперсия (ПО-изображение)  $\sigma_c^2 = 350$ , глубина погружения  $\alpha = 5$ , дисперсия шума при атаке  $\sigma_\varepsilon^2 = 25$ , количество пикселей, в которые погружается один бит информации  $N = 5$ . Во сколько раз нужно увеличить количество пикселей  $N$ , в которые погружается 1 бит информации, чтобы для слепого декодера получить при извлечении такую же вероятность ошибки, как и для информированного декодера? Указание. При расчетах можно использовать следующую верхнюю границу для функции  $Q(x) \leq e^{-\frac{x^2}{2}}$

Ответ:

Возьмём формулу отношение сигнал/шум после погружения WM:

$$\eta_w = \frac{\sigma_c^2}{\alpha^2} = 14$$

Возьмём формулу отношение сигнал/шум после атаки:

$$\eta_\alpha = \frac{\sigma_c^2}{\alpha^2 + \sigma_\varepsilon^2} = 7$$

Подставим эти значения в данную формулу:

$$p = Q(\sqrt{N \cdot \eta_\alpha / (\eta_\alpha \eta_w + \eta_w - \eta_\alpha)})$$

но, типичным является случай, когда  $\eta_w \geq \eta_\alpha \gg 1$

Тогда для предыдущей формулы получаем:

$$p = Q\left(\sqrt{\frac{N}{\eta_w}}\right) = 0,8367 - \text{слепой декодер}$$

Для информированного декодера расчет происходит по следующей формуле:

$$p' = Q\left(\frac{\alpha\sqrt{N'}}{\sigma_\varepsilon}\right) = Q\left(\sqrt{\frac{N'}{(\eta - 1)}}\right) = 0,082 - \text{информированный декодер}$$

где  $\eta = \eta_w/\eta_\alpha$

Рассчитаем количество пикселей, необходимое для выполнения  $p = p'$ :

$$\frac{N}{\eta_w} = \frac{N'}{(\eta - 1)} \Rightarrow \frac{N}{N'} = \frac{\eta_w}{(\eta - 1)} \Rightarrow \frac{N}{N'} = 14$$

Ответ: кол-во пикселей нужно увеличить в 14 раз.

## ЗАДАЧА 2

Предположим, что, для, обнаружение СГ-ШПС, используется статистика [1]:

$$\Gamma = \frac{1}{2N\sigma_c^2} \sum_{n=1}^N (C(n+1) - C(n))^2$$

где  $N$  – общее количество пикселей изображения,

$$\sigma_c^2 = \text{Var}\{C(n)\}$$

Причем при вложении информации используется модифицированный метод СГ-ШПС:

$$C_w(n) = \beta C(n) + \alpha(-1)^b \pi(n), n = 1, 2, \dots, N$$

где  $\beta = \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{\sigma_c^2}}$ .

Требуется рассчитать среднее значение этой статистики при отсутствии вложения информации [1]:

$$E\{\Gamma\} = 1 - R_c(n, n+1)$$

и при наличии вложения

$$E\{\Gamma\} = 1 - \beta^2 R(n, n+1)$$

где  $R(n, n+1)$  – коэффициент корреляции между смежными пикселями покрывающего изображения.

Расчет производить при выборе следующих параметров  $R(n, n + 1) = 0,999$ ;  $0,99$ ;  $0,9$ ;  $0,5$ ,  $\alpha = 5$ ,  $\sigma_c^2 = 2500$ . Сделать вывод о возможности (или нет) обнаружения СГ-ШПС по данной статистике.

Ответ:

R	E	E'	E'>E
0,999	0,001	0,01099	+
0,99	0,01	0,0199	+
0,9	0,1	0,109	+
0,5	0,5	0,505	+

Следовательно, условие выполняется, обнаружение возможно.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Почему СГ-НЗБ не устойчива к атаке удаления вложений информации даже при невозможности обнаружения вложения? – Легко удаляется без искажения ПО, при помощи “рандомизации” ПО.
2. Как выполняется вложение информации в СГ-ШПС? - Вложение происходит в два прохода: первый – по псевдослучайному пути, определяемому стегоключом (паролем), как в Jsteg, а второй – с изменением коэффициентов, не затронутых первым проходом, с целью приближения гистограммы СГ-изображения к гистограмме ПО, что затрудняет  $\chi^2$ -атаку.
3. Что такое информированный и слепой декодер? Информированный знает о ПС, а слепой нет.
4. Как выполняется извлечение информации информированным и слепым декодером? – Информированный декодер принимает решение о наличии бита, выполняя сравнение ПО и стеганограммы. Слепой декодер выполняет сравнение стеганограммы со средним значением ПО.
5. Как зависит вероятности ошибки при извлечении информации в случае информированного и слепого декодера от параметров СГШПС и атаки? – Вероятность ошибки уменьшается при увеличении количества пикселей  $N$  и при увеличении глубины погружения. При увеличении остальных параметров она увеличивается.
6. Каким образом осуществляется обнаружение СГ-ШПС? – Одномерная статистика, статистика второго порядка, использование критерия  $\chi^2$ , ПВА, подсчет нулей в гистограмме, статистика суммы квадратов разностей яркостей соседних пикселей

## ВЫВОДЫ

В данной практической работе, результаты которой представлены выше, мы закрепили материал, пройденный по теме стегосистемы, используемые метод широкополосных сигналы. Научились рассчитывать вероятность ошибки при извлечении информации информированным и слепым декодером, а также вручную обнаруживать стегосистемы используемые широкополосные сигналы.