

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ**  
**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**  
**им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**  
**(СПбГУТ)**

---

**С. С. Владимиров**

**ПРАКТИКА**  
**ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО**  
**КОДИРОВАНИЯ**

**Сверточные коды**

**Практикум**

**СПб ГУТ)))**

**Санкт-Петербург**  
**2020**

УДК XXX.XXX (XXX)

ББК XX.XXX.X XXX

В 57

Рецензент

— —

*Рекомендован к печати редакционно-издательским советом СПбГУТ*

**Владимиров, С. С.**

В 57 Практика помехоустойчивого кодирования. Сверточные коды : практикум / С. С. Владимиров, ; СПбГУТ. — СПб, 2020. — 7 с.

Призван ознакомить студентов со сверточными помехоустойчивыми кодами и методами их декодирования. Представленный материал служит справочным и методическим пособием при выполнении курса практических работ по дисциплинам «Практика помехоустойчивого кодирования в современных инфокоммуникационных системах» и «Помехоустойчивое кодирование в инфокоммуникационных системах».

Предназначен для студентов, обучающихся по направлениям 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» и 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

**УДК XXX.XXX (XXX)**

**ББК XX.XXX.X XXX**

© Владимиров С. С., 2020

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2020

## *Содержание*

<b>Практическая работа 1. Сверточные коды</b>	<b>4</b>
1.1. Цель работы . . . . .	4
1.2. Рекомендуемая литература . . . . .	4
1.3. Порядок выполнения задания . . . . .	4
1.3.1. Формирование сверточного кода . . . . .	4
1.3.2. Кодирование сверточным кодом . . . . .	4
1.3.3. Декодирование сверточного кода . . . . .	5
1.4. Порядок защиты практической работы . . . . .	6

# Практическая работа 1

## Сверточные коды

### 1.1. Цель работы

Рассмотреть на примере и получить навыки в построении и декодировании сверточных кодов.

### 1.2. Рекомендуемая литература

1. Теория помехоустойчивого кодирования. Ч 2. Сверточные коды. Турбокоды / О. С. Когновицкий, В. М. Охорзин, И. А. Небаев ; СПбГУТ. — СПб., 2015 — 64 с.

2. Математические основы теории помехоустойчивого кодирования : учебное пособие / С. С. Владимиров ; СПбГУТ. — СПб, 2016. — 96 с. — ISBN 978-5-89160-131-4.

### 1.3. Порядок выполнения задания

Задание выполняется каждым учащимся индивидуально. Поскольку задания практикума связаны с заданиями лабораторного практикума, для их выполнения рекомендуется либо использовать отдельную тетрадь, либо подшивать листы с решением в папку.

Все расчеты должны быть расписаны максимально подробно.

#### 1.3.1. Формирование сверточного кода

1. По заданным в табл. 1.1 порождающим полиномам построить кодер сверточного несистематического кода со скоростью  $R = \frac{1}{2}$ .
2. Записать порождающую матрицу  $G$  заданного сверточного кода.
3. Построить древовидную диаграмму заданного сверточного кода.
4. Построить решетчатую диаграмму (решетку) заданного сверточного кода.
5. Построить диаграмму состояний заданного сверточного кода.

#### 1.3.2. Кодирование сверточным кодом

1. Сформировать по номеру студенческого (зачетной книжки) информационный полином  $u(x)$ . Для этого преобразовать цифры номера с использованием двоично-десятичного кода.

#### Пример.

Пусть номер равен 147902. Тогда  $u(x)$  будет равно:

$$147902 \rightarrow [1\ 4\ 7\ 9\ 0\ 2] \rightarrow [0001\ 0100\ 0111\ 1001\ 0000\ 0010].$$
$$\{\mathbf{u}\} = [000101000111100100000010] \leftrightarrow u(x) = x^3 + x^5 + x^9 + x^{10} + x^{11} + \dots$$

2. Закодировать полученную информационную комбинацию с использованием схемы кодера заданного сверточного кода.
3. Закодировать полученную информационную комбинацию с помощью образующих полиномов заданного сверточного кода.
4. Закодировать полученную информационную комбинацию с использованием решетки заданного сверточного кода. Ход кодирования по решетке зарисовать.
5. Закодировать полученную информационную комбинацию с использованием диаграммы состояний заданного сверточного кода.
6. Убедиться, что полученная разными способами кодовая комбинация  $\{v\}$  результаты идентичны.

### 1.3.3. Декодирование сверточного кода

1. Внести в полученную в предыдущем пункте кодовую комбинацию  $\{v\}$  однократную ошибку. Выбор ошибочного разряда производится согласно номеру в списке группы. Нечетные номера — третий разряд кодовой комбинации; четные номера — четвертый разряд.
2. Осуществить декодирование полученной кодовой комбинации с ошибкой по алгоритму Витерби. Ход декодирования по решетке зарисовать.

Таблица 1.1

Порождающие полиномы сверточного кода.  
(По номеру в журнале)

Вариант	$g_1(x)$	$g_2(x)$
1	$1+x^3$	$1+x+x^3$
2	$1+x^3$	$1+x^2+x^3$
3	$1+x^3$	$x+x^2+x^3$
4	$1+x+x^3$	$1+x^2+x^3$
5	$1+x+x^3$	$1+x+x^2+x^3$
6	$1+x^2+x^3$	$1+x+x^2+x^3$
7	$1+x+x^2+x^3$	$x+x^2+x^3$
8	$1+x+x^3$	$x+x^2+x^3$
9	$1+x+x^3$	$1+x+x^2$
10	$1+x^2+x^3$	$x+x^3$
11	$1+x^3$	$1+x+x^3$
12	$1+x^3$	$1+x+x^2$
13	$1+x^3$	$x+x^2+x^3$
14	$1+x+x^3$	$1+x^2$
15	$1+x+x^3$	$x+x^2+x^3$
16	$1+x^2+x^3$	$x+x^2$
17	$1+x+x^2+x^3$	$1+x^2+x^3$

Порождающие полиномы сверточного кода.  
(По номеру в журнале)

Вариант	$g_1(x)$	$g_2(x)$
18	$1 + x + x^3$	$x + x^3$
19	$1 + x + x^3$	$x + x^2$
20	$1 + x^2 + x^3$	$1 + x^2$
21	$1 + x^3$	$1 + x^2 + x^3$
22	$1 + x^3$	$1 + x + x^2$
23	$1 + x^3$	$1 + x + x^2$
24	$1 + x^2 + x^3$	$x + x^3$
25	$1 + x^2 + x^3$	$x + x^2 + x^3$

#### 1.4. Порядок защиты практической работы

Защита работы может осуществляться одним из нижеперечисленных способов или их сочетанием на усмотрение преподавателя.

1. Устный ответ по теме работы.
2. Тестирование по теме работы
3. Задача по теме работы.
4. Иные варианты на усмотрение преподавателя.

**Владимиров Сергей Сергеевич**

**ПРАКТИКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ. СВЕРТОЧНЫЕ  
КОДЫ**

**Практикум**

Редактор *Х. Х. Хххххххх*

План издания *ХХХХ*, п. *ХХ*

Подписано к печати *ХХ.ХХ.ХХХХ*  
Объем *ХХХ* печ. л. Тираж *ХХ* экз. Заказ *ХХХ*

Редакционно-издательский отдел СПбГУТ  
193232 СПб., пр. Большевиков, 22  
Отпечатано в СПбГУТ