**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ДГТУ)

Факультет «Информатика и вычислительная техника»

Кафедра «Кибербезопасность информационных систем»

**Лабораторная работа № 2**

на тему «Исследование линейных блоковых кодов»

|  |
| --- |
| Выполнил: студент группы ВКБ41 |
| Якушевский Сергей Сергеевич |
| (Фамилия, имя, отчество) |
| Проверил: |
| Егорова Римма Викторовна |
| (Фамилия, имя, отчество) |

Оглавление

[Цель 3](#_Toc181217600)

[Задание 3](#_Toc181217601)

[Ход работы 4](#_Toc181217602)

[Вывод 7](#_Toc181217603)

[Контрольные вопросы 8](#_Toc181217604)

# Цель

Приобрести умение строить линейные блоковые коды на основе порождающих матриц для обнаружения и исправления ошибок в кодовых словах.

# Задание

Данная лабораторная работа предполагает выполнение следующих этапов:

1) Изучить методические указания к лабораторной работе.

2) Пройти собеседование с преподавателем и получить задание для выполнения работы.

3) Построить производящую матрицу G для линейного блокового кода, способного исправлять одиночную ошибку.

4) Для заданных последовательностей информационных символов получить кодовые вектора линейного блокового кода.

5) На основе матрицы-дополнения Р к порождающей матрице G получить систему проверок для нахождения синдрома.

6) Построить проверочную матрицу линейного блокового кода.

7) Показать процесс исправления одиночной ошибки в произвольном разряде полученных кодовых векторов на основе синдрома и проверочной матрицы.

8) Построить стандартную таблицу декодирования линейного блокового кода, позволяющую исправить максимально возможное число двойных ошибок.

9) Показать процесс исправления двойной ошибки в произвольном разряде одного из кодовых векторов.

10) Оформить и защитить отчет по выполнению лабораторной работы.

# Ход работы

Вариант 4

Пусть требуется построить порождающую матрицу для линейного блокового кода, способного исправлять одиночную ошибку при передаче информационных векторов из 8 символов:

00011110

01100000

00100010

Получим порождающую матрицу в приведённой форме:

Поскольку число исправляемых ошибок t = 1, то кодовое расстояние для линейного блокового кода будет

Так как длина информационных векторов m = 8, то число строк порождающей матрицы линейного блокового кода должно быть равно 8. Число столбцов порождающей матрицы равно длине кодовых векторов:

Где k – число проверочных символов, которое при d = 3 может быть найдено по формуле:

Отсюда получим

Таким образом, искомый линейный блоковый код является (12, 4, 3) – кодом

Поскольку вес каждой строки матрицы-дополнения P должен быть , то в качестве строк матрицы P примем четырёхзначные двоичные комбинации с числом единиц . Комбинации выберем так, что число единиц в столбцах матрицы P было одинаковым. Заданным требованиям удовлетворяет следующий набор:

1111

1110

1101

1011

0111

1001

1010

1100

Окончательный вид порождающей матрицы будет:

Получим для заданных информационных векторов кодовые вектора линейного (12, 8, 3) – кода. Для этого найдём значения проверочных символов для каждого информационного вектора путём суммирования по модулю 2 тех строк матрицы P, номера которых совпадают с номерами разрядов, содержащих единицы в информационных векторах:



Отсюда искомые кодовые векторы будут:

Запишем систему проверок для линейной матрицы P:

Система проверок будет иметь следующий вид:

Для того, чтобы знать, какая комбинация синдрома S будет соответствовать ошибке в определённом разряде принятого кодового вектора, построим проверочную матрицу линейного блокового кода:

Транспонированная матрица-дополнения P будет выглядеть следующим образом:

Отсюда проверочная матрица линейного блокового кода будет:

Предположим, что в переданных кодовых векторах произошли следующие ошибки:

Найдём согласно полученной системе проверок для каждого переданного кодового вектора синдром

1. Для вектора :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Синдром 0111 показывает, что значение следует заменить на противоположное.

1. Для вектора :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Синдром 1001 показывает, что значение следует заменить на противоположное.

1. Для вектора :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Синдром 0111 показывает, что значение следует заменить на противоположное.

# Вывод

В данной лабораторной работе было приобретено умение строить линейные блоковые коды на основе порождающих матриц для обнаружения и исправления ошибок в кодовых словах. Был построен (12, 4, 3) – код, умеющий обнаруживать и исправлять 1 ошибку. Были искусственно допущены по одной ошибке в каждом исходном кодовом векторе, а также, путём линейный операций, каждое кодовое слово было восстановлено.

# Контрольные вопросы

## Какие помехоустойчивые коды называют блоковыми?

Блоковыми называют помехоустойчивые коды, в которых процедура кодирования заключается в разбиении входной последовательности информационных символов на блоки, содержащие символов. Каждому информационному блоку длиной m составляется проверочных символов. Полученное кодовое слово из называют кодовым блоком

## Что такое расстояние Хэмминга?

Число несовпадающих позиций в двух кодовых словах и называется расстоянием Хэмминга

## Что называют кодовым расстоянием?

Кодовое расстояние – это наименьшее расстояние Хэмминга между словами данного кода:

## Какие коды называют линейными блоковыми?

Линейные блоковые коды – это блоковые коды, у которых значения проверочных символов определяются при проведении линейных операции над информационными символами.

## Как определяется кодовое расстояние для линейного блокового кода?

Кодовое расстояние для линейного блокового кода равно минимальному весу его ненулевых кодовых векторов.

## Как с помощью порождающей матрицы линейного блокового кода осуществляется кодирование информационных слов?

Найдём значения проверочных символов для каждого информационного вектора путём суммирования по модулю 2 тех строк матрицы P, номера которых совпадают с номерами разрядов, содержащих единицы в информационных векторах.

## Что такое совершенные коды?

Линейные блоковые коды называют совершенными (плотно упакованными), если они обнаруживают и исправляют максимальное число ошибок при минимальном числе проверочных символов.

## Какими соображениями руководствуются при построении матрицы-дополнения для порождающей матрицы линейного блокового кода?

Линейные блоковые коды задают при помощи порождающих матриц, размерность которых равна :

Где – единичная матрица размера m;

– матрица-дополнение, состоящая из проверочных слов .

Матрицу P стоит строить таким образом, чтобы число единиц в столбцах данной матрицы было по возможности одинаковым. От числа единиц в столбце матрицы P зависит число проверок, производимых при исправлении ошибок. В общем виде формулы для определения значений проверочных символов могут быть записаны следующим образом:

## Как с помощью проверочной матрицы линейного блокового кода можно определить принадлежность кодового вектора данному коду?

## Что понимают под синдромом при декодировании линейных блоковых кодов?

Синдромом называют последовательность , где:

## Каким образом строится стандартная таблица декодирования линейного блокового кода

Для линейного блокового кода С с порождающей матрицей  проверочной матрицей будет являться матрица: