**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 № 3**

на тему «Построение кода Хэмминга для обнаружения и исправления одиночных ошибок»

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

Оглавление

[Цель 3](#_Toc181652817)

[Задание 3](#_Toc181652818)

[Ход работы 4](#_Toc181652819)

[Кодовое слово № 1 4](#_Toc181652820)

[Кодовое слово № 2 6](#_Toc181652821)

[Кодовое слово № 3 8](#_Toc181652822)

[Вывод: 10](#_Toc181652823)

[Контрольные вопросы: 11](#_Toc181652824)

# Цель

Приобрести умение строить код Хэмминга для обнаружения и исправления одиночных 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) Для заданных кодовых слов построить кодовые слова Хэмминга.

4) Осуществить проверку работоспособности кода путем изменения значения одного из символов в любом кодовом слове Хэмминга.

5) Оформить и защитить отчет по выполнению лабораторной работы.

# Ход работы

Вариант 4

Передаваемые кодовые слова:

0011110

0110000

0100010

## Кодовое слово № 1

Пусть требуется получить кодовое слово Хэмминга для двоичного кодового слова

Рассматриваемое кодовое слово содержит 7 информационных символов, т. е. Число проверочных символов определяется из условия:

При этом, минимальное проверочное число проверочных символов , при котором выполняется данное условие, будет , так как .

Следовательно, кодовое слово Хэмминга для слова будет содержать 11 символов, т.е. При этом, проверочными символами будут 1, 2, 4, 8, а информационными символами соответственно будут 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11.

Пронумеруем и запишем значения информационных символов.

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

Определим значения проверочных символов.

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

В итоге кодовое слово Хэмминга для кодового слова

Проверим работу кода Хэмминга, заменив в полученном кодовом слове значение одного из символов, т.е. введём одиночную ошибку в кодовое слово Хэмминга. Например, заменим значение шестого символа слова 1 на 0.

Получим:

Отсюда значения символов синдрома будут:

=0

Согласно алгоритму декодирования кода Хэмминга, полученный вектор-синдром

Указывает на позиции в кодовом слове, что и требовалось проверить.

## Кодовое слово № 2

Пусть требуется получить кодовое слово Хэмминга для двоичного кодового слова

Рассматриваемое кодовое слово содержит 7 информационных символов, т. е. Число проверочных символов определяется из условия:

При этом, минимальное проверочное число проверочных символов , при котором выполняется данное условие, будет , так как .

Следовательно, кодовое слово Хэмминга для слова будет содержать 11 символов, т.е. При этом, проверочными символами будут 1, 2, 4, 8, а информационными символами соответственно будут 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11.

Пронумеруем и запишем значения информационных символов.

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

Определим значения проверочных символов.

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

В итоге кодовое слово Хэмминга для кодового слова

Проверим работу кода Хэмминга, заменив в полученном кодовом слове значение одного из символов, т.е. введём одиночную ошибку в кодовое слово Хэмминга. Например, заменим значение шестого символа слова 1 на 0.

Получим:

Отсюда значения символов синдрома будут:

=1

Согласно алгоритму декодирования кода Хэмминга, полученный вектор-синдром

Указывает на ошибку в позиции в кодовом слове, что и требовалось проверить.

## Кодовое слово № 3

Пусть требуется получить кодовое слово Хэмминга для двоичного кодового слова

Рассматриваемое кодовое слово содержит 7 информационных символов, т. е. Число проверочных символов определяется из условия:

При этом, минимальное проверочное число проверочных символов , при котором выполняется данное условие, будет , так как .

Следовательно, кодовое слово Хэмминга для слова будет содержать 11 символов, т.е. При этом, проверочными символами будут 1, 2, 4, 8, а информационными символами соответственно будут 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11.

Пронумеруем и запишем значения информационных символов.

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

Определим значения проверочных символов.

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

Значение символа определяется из условия:

Отсюда

В итоге кодовое слово Хэмминга для кодового слова

Проверим работу кода Хэмминга, заменив в полученном кодовом слове значение одного из символов, т.е. введём одиночную ошибку в кодовое слово Хэмминга. Например, заменим значение восьмого символа слова 1 на 0.

Получим:

Отсюда значения символов синдрома будут:

=1

Согласно алгоритму декодирования кода Хэмминга, полученный вектор-синдром

Указывает на ошибку в позиции в кодовом слове, что и требовалось проверить.

# Вывод:

В данной лабораторной работе было приобретено умение строить код Хэмминга для обнаружения и исправления одиночных ошибок в кодовых словах, а также на конкретных примерах были разобраны особенности алгоритма построения и исправления ошибок в кодах Хэмминга.

Было рассмотрено 3 примера, в одном из которых была выявлена ошибка обнаружения и исправления неверной позиции кодового слова. В остальных случаях, алгоритм позволил верно определить и исправить ошибку, допущенную при передаче.

# Контрольные вопросы:

## Какие коды называют систематическими?

Систематические коды – блоковые корректирующие коды, в которых информационные и проверочные символы расположены по строго определённой системе и всегда занимают строго определённые места в кодовых словах.

## Сколько ошибок способен обнаруживать и исправлять код Хэмминга?

Код Хэмминга способен исправить одну и обнаружить 2 ошибки.

## По какому правилу определяют число проверочных символов в коде Хэмминга?

Число проверочных символов k в коде определяют из неравенства:

## В каких местах располагаются проверочные символы в кодовых словах Хэмминга?

Проверочные символы располагаются на позициях, номера которых равны степени 2.

## По какому правилу строятся уравнения для нахождения проверочных символов в коде Хэмминга?

Для нахождения проверочных символов используют следующее правило: проверочных символ на позиции I равен сумме по модулю 2 символов на тех позициях, номера которых в двоичном представлении содержат 1 на позиции проверочного символа, согласно его порядку в коде.

## Какую информацию при декодировании кода Хэмминга дает синдром?

Синдром S является номером позиции кодового символа, в котором допущена ошибка, в двоичном представлении.

## Каким образом обеспечивается обнаружение двойных ошибок в кодовых словах Хэмминга?

Для исправления одиночной и обнаружения двойной ошибки, кроме проверок по синдрому, следует проводить еще одну проверку на четность для каждого кодового слова Хэмминга. Чтобы осуществить такую проверку, следует в конце каждого кодового слова добавить проверочный символ таким образом, чтобы сумма единиц в полученном слове всегда была четной. Тогда в случае одной ошибки проверка по синдрому укажет номер ошибочного символа, а проверка на четность укажет наличие ошибки. Если проверка по синдрому укажет на наличие ошибки, а проверка на четность не фиксирует ошибку, то в кодовом слове присутствуют две ошибки.