



**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

**Факультет «Информатика и системы управления»
Кафедра ИУ5 «Системы обработки информации и управления»**

Курс «Сети и телекоммуникации»

Отчет по домашнему заданию №1

«Разработка алгоритмов кодирования, декодирования и определения
обнаруживающей и корректирующей способности кода в линейных
протоколах»

Вариант №22

Выполнил:
студент группы ИУ5-53Б
Ювенский Лев

Проверил:
Галкин В. А.

Москва, 2024 г.

Постановка и метод решения задачи для варианта задания

Имеется дискретный канал связи, на вход которого подается закодированная в соответствии с вариантом задания кодовая последовательность. В канале возможны ошибки любой кратности. Вектор ошибки может принимать значения от единицы в младшем разряде до единицы во всех разрядах кодового вектора. Для каждого значения вектора ошибки на выходе канала после декодирования определяется факт наличия ошибки и предпринимается попытка ее исправления.

Таблица 1. Индивидуальный вариант домашнего задания.

№ варианта	Информационный вектор	Код	Способность кода
22	11111010011	Ц [15,11]	C_k

Требуется, используя кодирование циклическим кодом Ц [15,11], определить обнаруживающую способность этого кода C_k :

Обозначения:

- Ц [n, k] – циклический код с образующим полиномом.
- n – число разрядов в закодированной записи. $n = 15$
- k – число разрядов в информационной части. $k = 11$
- z – число дополнительных битов для обнаружения ошибки.
 $z = n - k = 4$.
- r – число разрядов в образующем векторе. $r = z + 1 = 5$.
- C_k – корректирующая способность кода.
- $g(x)$ - образующий полином степени $z = 4$. $x^4 + x + 1$
- V_i - информационный вектор. По заданию 11111010011
- V_c – циклический вектор – результат кодирования V_i .
- I – входящий вектор. Циклический вектор, возможно содержащий ошибки

**Алгоритмы кодирования, декодирования, вычисления
обнаруживающей или корректирующей способности кода для ошибок
всех возможных кратностей.**

1. Алгоритм кодирования циклическим кодом

- 1.1. Умножить информационный полином $V_i(x)$ на x^z . Т. е. сдвинуть информационный вектор на z разрядов в сторону старших, заполнив освободившиеся нулями.
- 1.2. Разделить полученный полином на порождающий полином $g(x)$, после получить остаток $p(x)$.
- 1.3. Сложить $p(x)$ с $V_i(x)$, чтобы получить $V_c(x)$, то есть объединить остаток $p(x)$ в векторной форме и исходный полином $x^z \times V_i(x)$ для получения кодового слова.

2. Алгоритм декодирования циклическим кодом

- 2.1. Разделить принятый полином $I(x)$ на порождающий полином $g(x)$ и проверить остаток от деления $S(x)$ – он является синдромом ошибки.
- 2.2. Если $S(x) = 0$, то ошибки нет или она не была обнаружена
- 2.3. Если $S(x) \neq 0$, то ошибка есть. По виду вектора синдрома определить место ошибки и исправить ее.
- 2.4. Поделить информационный полином $V_i(x)$ на x^z для получения исходного полинома, то есть сдвинуть информационный вектор на z разрядов в сторону младших, чтобы получить первоначальный вектор.

3. Алгоритм вычисления корректирующей способности кода C_k для ошибок всех возможных кратностей

Корректирующая способность кода C_k определяется как отношение числа исправленных ошибок N_k к общему числу ошибок данной кратности, которое определяется как число сочетаний из n (длина кодовой комбинации) по i (кратность ошибки – число единиц в векторе ошибок) - C_n^i

Корректирующая способность кода вычисляется как

$$C_k = \frac{N_k}{C_n^i}$$

Для подсчета корректирующей способности нужно перебрать все возможные вектора ошибок. Их число

$$s_e = \sum_{i=1}^n C_n^i = 2^n - 1$$
$$e \in [0...1, 1...1]$$

Ошибки нужно сгруппировать по кратности.

3.1. Закодировать данный информационный вектор

3.2. Для каждой группы ошибок по кратности

3.2.1. Ввести счетчик N_{ki} , который по умолчанию будет равен 0.

3.2.2. Для каждой ошибки в группе

3.2.2.1. Наложить на исходный закодированный вектор текущий вектор ошибки e из текущей группы

3.2.2.2. Воспользовавшись алгоритмом коррекции, декодировать получившуюся последовательность.

3.2.2.3. Сравнить декодированную последовательность с заданным информационным вектором.

3.2.2.3.1. Если информационный и декодированный вектора равны, то коррекция ошибки успешна. Увеличить счетчик N_{ki} на 1

3.2.2.3.2. Иначе коррекция ошибки неудачна. Необходимо продолжить выполнение алгоритма, не изменяя счетчик.

3.3. Получим n значений $N_{ki} \in [N_{k1}, N_{kn}]$ для каждой группы. Составить результирующую таблицу корректирующей способности, где номеру группы i будет соответствовать кратность ошибки i и значение $C_{ki} = \frac{N_{ki}}{C_n^i}$, выраженное в процентах.

4. Алгоритм коррекции ошибки

4.1. Составить таблицу соответствия синдрома ошибки S_e ошибке e . Для этого для каждой ошибки $e \in [0...1, 1...1]$ рассчитать ее синдром S_e , сгруппировать синдромы по кратности ошибки.

- 4.2. Найти в таблице синдром-ошибка синдром S_v , полученный при декодировании входной последовательности V , и определить таким образом вектор ошибки.
- 4.3. Инвертировать те разряды во входной последовательности, которые отмечены в векторе ошибки как 1.
- 4.4. Декодировать измененную входную последовательность еще раз.

Список используемой литературы

1. Галкин В.А. Методическое пособие по выполнению домашнего задания по дисциплине «Сети и телекоммуникации», 2024 г.
2. Галкин В.А., Григорьев Ю.А. Телекоммуникации и сети: Учеб. Пособие для вузов.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 г.
3. С. М. Рацеев, А. М. Иванцов, П. А. Булдаковский. Об алгоритмах декодирования циклических кодов, 2021, с.87–94
4. Telecommunication technologies - телекоммуникационные технологии (v2.1) [Электронный ресурс] URL:
https://www.opennet.ru/docs/RUS/inet_book/ (дата обращения: 09.10.2024)