МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ   
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Радиоэлектроника»

Расчет параметров статистических кодов

Методические указания

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2021

### УДК 621.396.677

Составители: О.Ю. Назарова

Расчет параметров статистических кодов: метод. указания. – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2021. – 10 с.

Приводятся методические указания для проведения практической работы по дисциплине «Основы теории кодирования в системах связи».

Предназначены для обучающихся направлений 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи и 11.04.01 Радиотехника.

### УДК 621.396.677

Печатается по решению редакционно-издательского совета   
Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Радиоэлектроника» к.т.н., доцент

Лазаренко С.В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В печать \_\_\_.\_\_\_.20\_\_\_ г.

Формат 60×84/16. Объем \_\_\_ усл.п.л.

Тираж \_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный  
технический университет, 2021

Задача 1

Источник дискретных сообщений с объем алфавита  символов формирует сообщения со скоростью  симв/сек. Вероятности появления событий представлены в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Символ |  |  |  |  |  |  |
|  | 1/2 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 1/16 | 1/16 |

Рассчитать информационные характеристики источника дискретных сообщений и канала связи с помехой, если вероятность ошибки  .

Решение

1. Расчет информационных характеристик дискретного источника сообщений

Для источника дискретных сообщений с объемом алфавита т при известных и независимых вероятностях появления символов в сообщении р(аi) энтропия источника Н(А) определяется по формуле



Максимально возможная энтропия  для данного источника с объем алфавита  (при равновероятных появлениях событий) определяется



Поскольку энтропия источника меньше максимально возможной, то избыточность источника будет



При известной скорости формирования символов V и энтропии Н(А), производительность источника hнаходится как

 бит/с.

1.2 Расчет информационных характеристик примитивного и статистического кодов

Поскольку у источника 6 сообщений, а канал двоичный, то есть по нему могут передаваться два варианта сигнала 0 и 1, то каждое сообщение можно передать набором нулей и единиц. Число разрядов в кодовой комбинации найдем из соотношения , где *n* - число двоичных разрядов.. Данное неравенство справедливо при *n* = 3. С помощью трехразрядных кодовых комбинаций пронумеруем сообщения, а номера запишем в двоичном коде табл. 2. Такое кодирование получило название – примитивное кодирование.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **а)** Проведем расчет информационных характеристик примитивного кода:  - среднее количество разрядов, приходящееся на один символ источника ;  - количество информации, приходящееся на один символ кода:  бит/разр. | Таблица 2   |  |  | | --- | --- | | СИМВОЛЫ | КОД  кком  О | | а1 | 000 | | а2 | 001 | | а3 | 010 | | а4 | 011 | | а5 | 100 | | а6 | 101 | |

- максимально возможное количество информации в одном разряде двоичного кода

 бит/разр.

* избыточность примитивного кода:



б) Проведем статистическое кодирование и расчет информационных характеристик кодов.

Экономное статистическое кодирование проводим по методу Хаффмена и Шеннона - Фано. Суть кодирования по методу Хаффмена показана на рис. 1 и состоит в следующем. Все сообщения источника записываются в столбец в порядке убывания вероятности их появления. На первом шаге два сообщения с минимальной вероятностью появления вероятностью. Верхней ветви приписываем значение 0 в качестве последнего символа кода, а нижней - 1. В результате объединения получаем алфавит, состоящий из  сообщений. На втором шаге объединяют два символа полученного алфавита с минимальными вероятностями в одно сообщение с суммарной вероятностью. Верхней ветви приписывают значение 0 в качестве предпоследнего символа, а нижней – 1. В результате объединения получают алфавит из 4 сообщений. Такую операцию объединения выполняют столько шагов, пока не получат только одно сообщение с вероятностью появления 1. Значение кодовой комбинации для каждого сообщения получают, двигаясь по полученному дереву от его основания к сообщению. Так, если двигаться к событию а/, то проходим только одну ветвь, обозначенную 0, поэтому кодовая комбинация для данного сообщения 0. Для нахождения кодовой комбинации события , двигаемся от основания дерева к конечному узлу . При этом последовательно проходим три ветви: ветвь *1*, затем 0 и еще раз 0. Кодовая комбинация  -***100***.

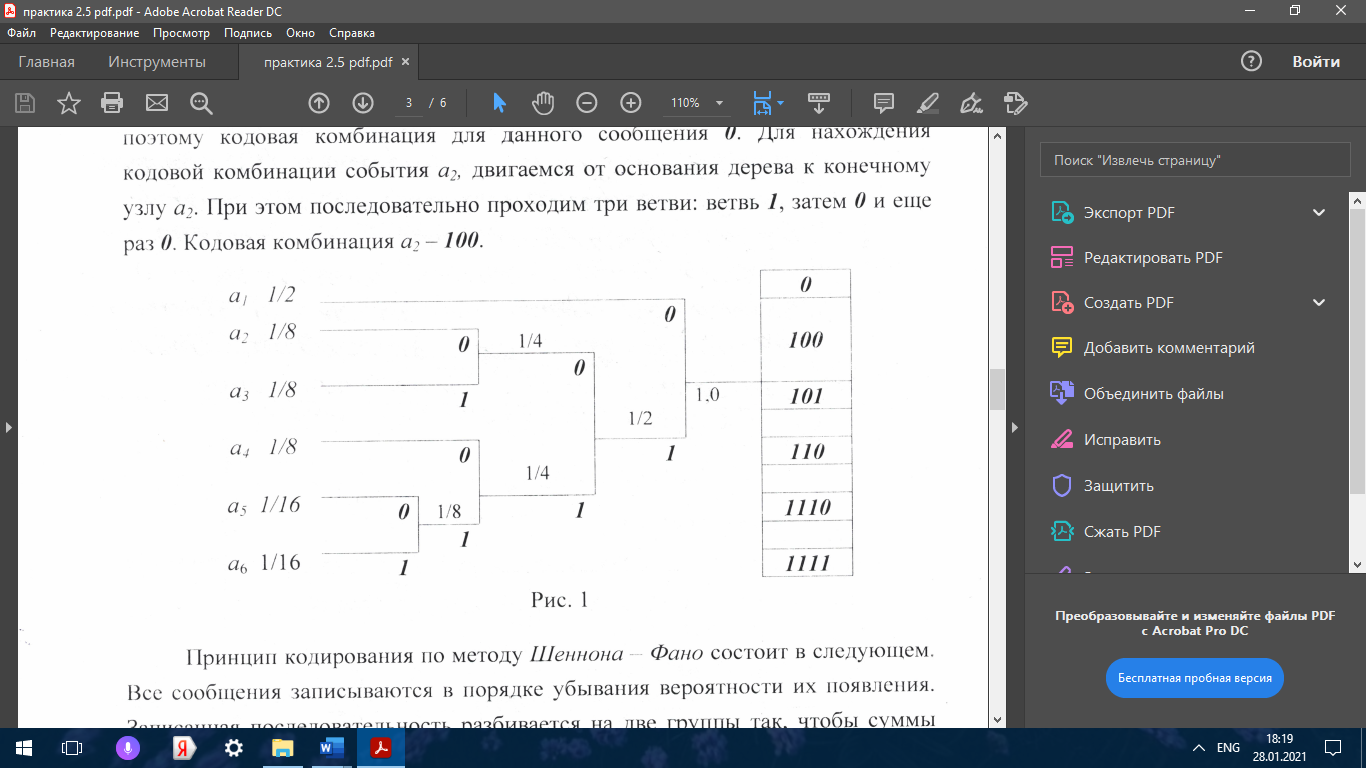


Рис. 1

Принцип кодирования по методу Шеннона — Фано состоит в следующем, lice сообщения записываются в порядке убывания вероятности их появления. Записанная последовательность разбивается на две группы так, чтобы суммы вероятностей в каждой группе были примерно одинаковыми (в данном случае равны по 1/2). Верхней группе присваивается цифра 0 в качестве первого символа кода, а нижней — 1. Затем каждая группа (в данном случае только нижняя) разбивается на две подгруппы с соблюдением того же условия - равенства суммы вероятностей. Верхним подгруппам в обеих группах опять присваивается цифра 0 в качестве второго символа кода, а нижним - цифра 1. Такая операция деления выполняется столько шагов, пока в подгруппах не остается лишь по одному событию. Данный процесс построения кода приведен в табл.3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сообщения |  | 1 шаг | 2 шаг | 3 шаг | 4 шаг | Код |
|  | 1/2 | 0 |  |  |  | 0 |
|  | 1/8 |  | 0 | 0 |  | 100 |
|  | 1/8 |  | 1 |  | 101 |
|  | 1/8 | 1 |  | 0 |  | 110 |
|  | 1/16 |  | 1 | 1 | 0 | 1110 |
|  | 1/16 |  |  | 1 | 1111 |

Обратите внимание***,*** что разные методы кодирования дали один и тот же результат.

Проведем расчет информационных характеристик статистических кодов:

- средняя длина кодовой комбинации

 разр.

- количество информации, приходящееся на один символ кода

 бит/разр.,

- избыточность статистических кодов:

.

Выводы

1. Примитивное кодирование увеличило избыточность сообщения почти в 2 раза.
2. Статистическое кодирование устранило избыточность, то есть согласовало производительность источника с пропускной способностью канала.

1.3. Расчет информационных характеристик дискретного канала

Пусть помехи в канале отсутствуют. Модель такого канала приведена на рис. 2. Из рисунка следует, что в отсутствии помех, символы кода, поступившие на вход канала однозначно воспринимаются на его выходе, то есть количество информации, поступившей на вход канала, полностью передается на его выход.

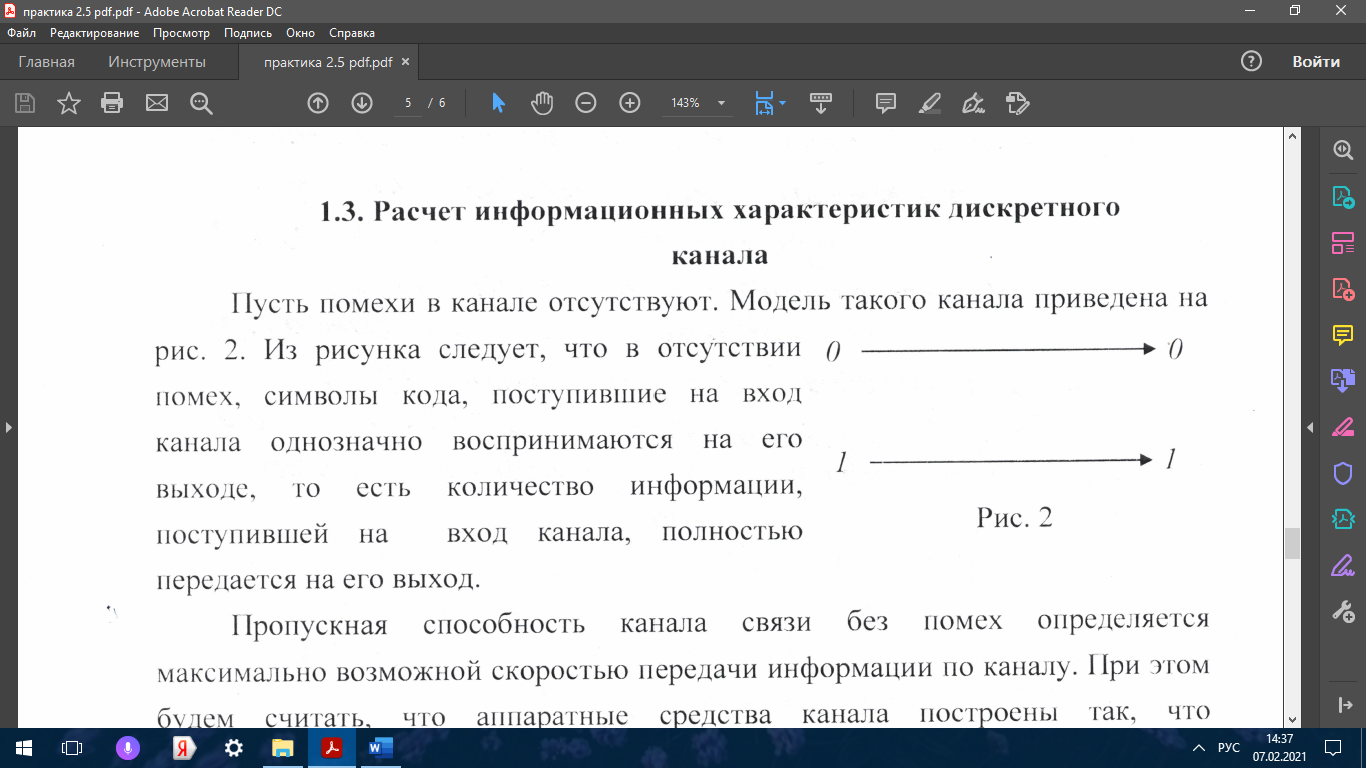


Рис. 2

Пропускная способность канала связи без помех определяется максимально возможной скоростью передачи информации по каналу. При этом будем считать, что аппаратные средства канала построены так, что обеспечивают техническую скорость передачи 300 Бод (при примитивном кодировании именно такая скорость на выходе кодера  Бод. При статистическом кодировании  Бод, но будем предполагать, что на входе канала стоит буферное запоминающее устройство (БЗУ), в которое производится запись сигнала с выхода кодера Хаффмена. С БЗУ информация считывается и передается по каналу со скоростью  Бод.

- пропускная способность канала

 Бит/с.

где  - максимальное количество информации, которое может нести один разряд кодовой комбинации Бит/симв.

- скорость передачи информации по каналу связи при примитивном кодировании

 бит/с.

- скорость передачи информации по каналу связи при статистическом кодировании

 бит/с

Обратите внимание на то, что при статистическом кодировании скорость передачи информации достигает пропускной способности канала связи!

Модель симметричного двоичного канала с помехойпредставлена на рис. 3. За счет воздействия помехи на выходе канала сигнал принимается с ошибкой, причем вероятность ошибки по условию задачи q = 0,15.

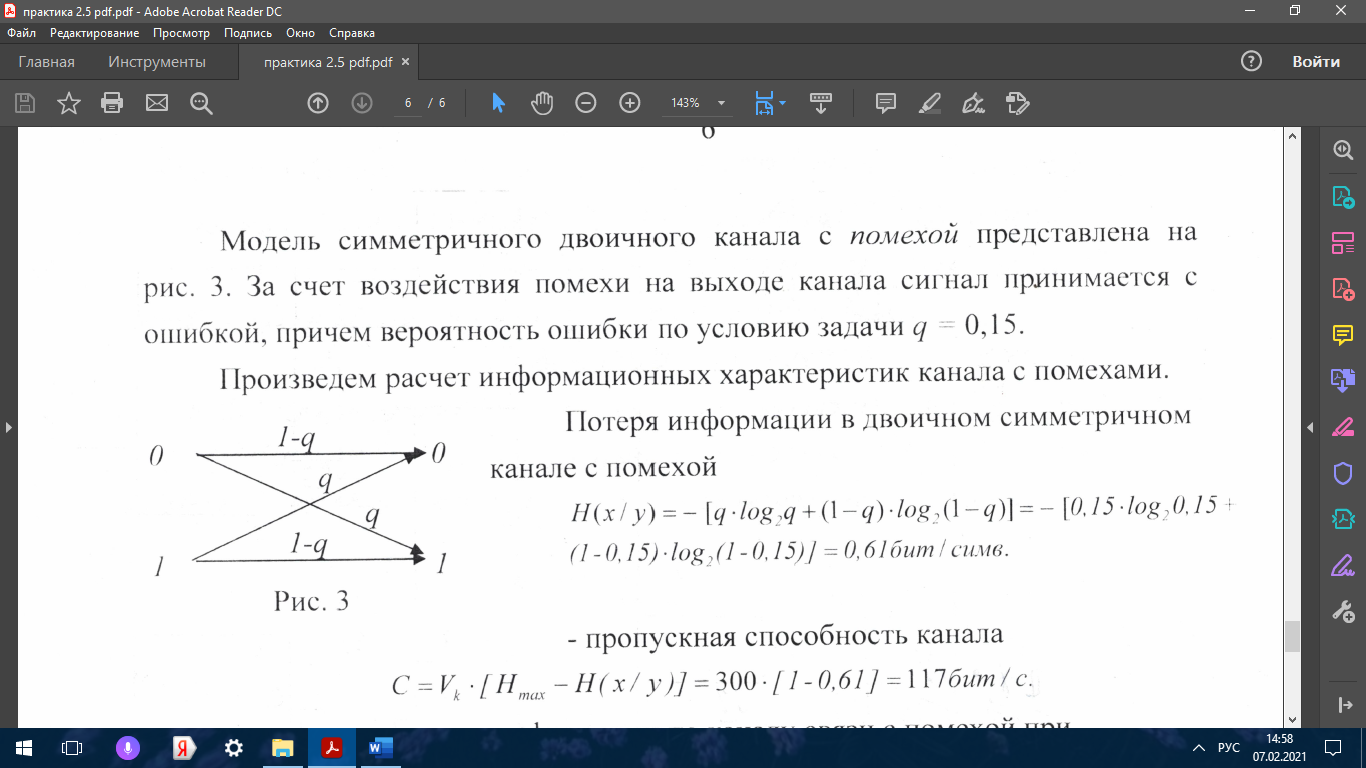


Рис. 3

Произведем расчет информационных характеристик канала с помехами.

Потеря информации в двоичном симметричном канале с помехой

- пропускная способность канала

 бит/с.

- скорость передачи информации по каналу связи с помехой при примитивном кодировании

 бит/с.

- скорость передачи информации по каналу связи с помехой при неравномерном кодировании

 бит/с.

Выводы

1. Помеха приводит к потере информации. В двоичном симметричном канале величина потерь определяется вероятностью ошибки в канале.

2. Помеха снижает скорость передачи информации и пропускную способность канала.

3. Статистическое кодирование позволяет увеличить скорость передачи информации до пропускной способности канала.