

Цифровая связь, осенний семестр 2011/2012 уч. г.

Задачи для практического занятия по теме № 8 «Помехоустойчивое кодирование»

Задача 1

Для блочного кода (5, 4) проверки на четность (единственный избыточный бит рассчитывается как сумма (по модулю два) четырех информационных битов:

$y_5 = x_1 \oplus x_2 \oplus x_3 \oplus x_4$) рассчитать:

1. Кодовое расстояние d_0 .
2. Вероятность необнаружения ошибки в *кодовом слове*.
3. Вероятность *битовой* ошибки в информационной части кодовых слов, прошедших проверку на четность.

В пп. 2, 3 считать, что вероятность искажения кодированного бита при его передаче по каналу связи равна p .

-
4. Возможно ли *исправление* ошибок с помощью данного кода, если при декодировании используются *мягкие решения*, то есть декодер ищет кодовое слово, которому соответствует последовательность точек созвездия, находящаяся на *минимальном евклидовом расстоянии* от принятой последовательности отсчетов? Если да, как можно осуществить такое исправление при использовании модуляции ФМ-2?

Задача 2

Для кода с повторением (5, 1) (кодированное слово получается пятикратным дублированием единственного информационного бита) рассчитать:

1. Кодовое расстояние d_0 .
2. Число исправляемых ошибок t . Является ли этот код совершенным?
3. Вероятность необнаружения ошибки в кодированном слове и вероятность битовой ошибки в информационной части кодовых слов, прошедших проверку на четность.
4. Вероятность ошибочного декодирования *кодированного слова*.
5. Вероятность *битовой* ошибки после декодирования кодированного слова.

В пп. 3–5 считать, что вероятность искажения кодированного бита при его передаче по каналу связи равна p .

-
6. Определить асимптотический выигрыш от кодирования при высоком отношении сигнал/шум и использовании модуляции ФМ-2, считая, что Q -функция убывает примерно по закону $\exp(-x^2/2)$, и поэтому можно приближенно считать, что $Q^a(x) \approx Q(x\sqrt{a})$.
 7. Пусть при декодировании используются *мягкие решения*, то есть декодер ищет кодовое слово, которому соответствует последовательность точек созвездия, находящаяся на *минимальном евклидовом расстоянии* от принятой последовательности отсчетов. Чему будет равна вероятность ошибки в данном случае при использовании модуляции ФМ-2?

Задача 3

Для сверточного кода, использованного на лекции в качестве примера (скорость кода $1/2$, кодовое ограничение 3, порождающие полиномы (в восьмеричной записи) 5 и 7), найти по решетчатой диаграмме *все пути*, находящиеся от правильного пути (так как код линейный, можно считать, что правильный путь соответствует последовательности из одних нулей) на хэмминговых расстояниях d_{free} , $d_{\text{free}} + 1$ и $d_{\text{free}} + 2$, а также количество ошибочных битов в этих путях, то есть получить три первых элемента *дистанционного спектра*.