

Задания и вопросы для контрольных работ

1. Сравнить вероятность ошибки в сообщении для двух каналов связи — обычного и использующего кодирование с коррекцией ошибок. Пусть некодированная передача имеет следующие характеристики: модуляция BPSK, гауссов шум, отношение мощности сигнала к спектральной плотности шума $P_r/N_0 = 43\,776$, скорость передачи данных $R = 4800$ бит/с. Для случая с кодированием предполагается использование кода с коррекцией ошибок (15, 11), предоставляющего возможность исправления любых однобитовых моделей ошибок кода в блоке из 15 бит. Считать, что демодулятор принимает жесткие решения и передает демодулированный код прямо на декодер, который, в свою очередь, определяет исходное сообщение.

2. Пусть передано кодовое слово $\mathbf{U} = 101110$ и принят вектор $\mathbf{r} = 001110$, т.е. крайний левый бит принят с ошибкой. Нужно найти вектор синдрома $\mathbf{S} = \mathbf{r}\mathbf{H}^T$ и показать, что он равен $\mathbf{e}\mathbf{H}^T$.

3. Пусть передано кодовое слово $\mathbf{U} = 101110$ из примера в разделе 6.4.3 и принят вектор $\mathbf{r} = 001110$. Нужно показать, как декодер, используя таблицу соответствия синдромов (табл 6.2), может исправить ошибку.

4. Пусть код (6, 3) используется только для обнаружения наличия ошибок. Рассчитайте вероятность необнаруженной ошибки, если применяется двоичный симметричный канал, а вероятность перехода равна 10^{-2} .

5. Пусть дан набор кодовых слов:

000000 110100 011010 101110 101001 011101 110011 000111

Также пусть передано кодовое слово 110011, в котором два крайних слева разряда приемник объявил стертыми. Проверьте, что поврежденную последовательность ххООИ можно исправить.

6. Пусть $\mathbf{U} = 1101$ для $\mathbf{n} = 4$. Выразить кодовое слово в полиномиальной форме и, выполнить третий циклический сдвиг кодового слова.

7. Циклический код в систематической форме

С помощью полиномиального генератора $\mathbf{g}(X) = 1 + X + X^3$ получите систематическое кодовое слово из набора кодовых слов (7, 4) для вектора сообщения $\mathbf{m} = 1011$.

8. Используя схему деления, разделить $\mathbf{V}(X) = X^3 + X^5 + X^6$ ($\mathbf{V} = 0001011$) на $\mathbf{g}(X) = (1 + X + X^3)$. Найти частное и остаток. Сравнить реализацию схемы и действия, происходящие при прямом делении полиномов.

9. Используя регистр сдвига с обратной связью, показанный на рис. 6.18, закодировать вектор сообщения $\mathbf{m} = 1\ 0\ 1\ 1$ в кодовое слово $(7, 4)$. Полиномиальный генератор $g(X) = 1 + X + X^3$.

10. Кодированный сигнал с модуляцией BFSK передается по гауссовому каналу. Сигнал некогерентно детектируется и жестко декодируется. Найти вероятность ошибки в декодированном бите, если кодирование осуществляется блочным кодом Хэмминга $(7, 4)$, а принятое значение E_b/N_0 равно 20.

11. Описать четыре типа компромиссов, которые могут быть достигнуты при использовании кода коррекции ошибок.

12. В системах связи реального времени за получаемую с помощью избыточности эффективность кодирования приходится платить полосой пропускания. Чем приходится жертвовать за полученную эффективность кодирования в системах связи, не связанных с временем?

13. В системах связи реального времени увеличение избыточности означает повышение скорости передачи сигналов, меньшую энергию на канальный символ и больше ошибок на выходе демодулятора. Объяснить, как на фоне такого ухудшения характеристик достигается эффективность кодирования.

14. Почему эффективность традиционных кодов коррекции ошибок снижается при низких значениях E_b/N_0 ?

15. Для кодера $(7,5)$ найти изменение состояний и результирующую последовательность кодовых слов \mathbf{U} для последовательности сообщений $\mathbf{m} = 1\ 1\ 0\ 1\ 1$, за которой следует 2 нуля для очистки регистра. Предполагается, что в исходном состоянии регистр содержит одни нули.

16. Пусть исходное содержимое регистра — все нули. Это эквивалентно тому, что данной последовательности на входе предшествовали два нулевых бита (кодирование является функцией настоящих информационных бит и $K - 1$ предыдущих бит). Для кодера $(7,5)$ найти изменение состояний и результирующую последовательность кодовых слов \mathbf{U} для последовательности сообщений $\mathbf{m} = 1\ 1\ 0\ 1\ 1$, за которой следует 2 нуля для очистки регистра. Также пусть данной последовательности предшествовали два единичных бита. Найти изменение состояний и результирующую последовательность кодовых слов \mathbf{U} .

17. Зачем нужна периодическая очистка регистра при сверточном кодировании?

18. Что такое мягкая схема принятия решений и насколько более сложным является мягкое декодирование по алгоритму Витерби в сравнении с жестким декодированием?

19. Описать расчеты *процедуры сложения, сравнения и выбора* (add-compare-select — ASC), которые осуществляются в ходе декодирования по алгоритму Витерби

20. На решетчатой диаграмме ошибка соответствует выжившему пути, который сначала расходится, а затем снова сливается с правильным путем. Почему пути должны повторно сливаться?

21. Основываясь на предыдущем определении примитивного полинома, указать, какие из следующих нередуцируемых полиномов будут примитивными.

а) $1 + X + X^4$

б) $1 + X + X^2 + X^3 + X^4$

22. Найти корни полинома $g(X) = 1 + X + X^3$ и определить, примитивен ли полином. Проверить, имеется ли среди корней полинома хотя бы один примитивный элемент. Каковы корни полинома? Какие из них примитивны?

23. Объяснить высокую эффективность кодов Рида-Соломона при наличии импульсных помех.

24. Объяснить, каким образом можно получить синдром, вычисляя принятый полином со всеми значениями корней полиномиального генератора.

25. Какое ключевое преобразование осуществляет система чередования/восстановления над импульсными помехами?