

Типовые задачи по курсу ТЭС

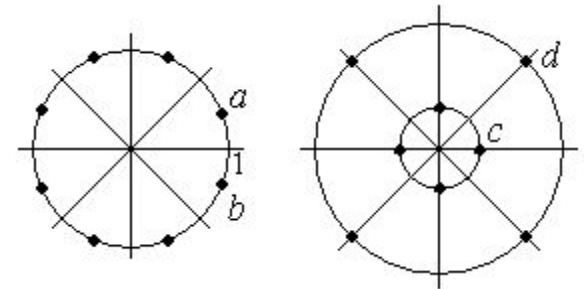
1. Закодировать по методу Хаффмена источник сообщения, использующий восемь букв алфавита x_1, x_2, \dots, x_8 с вероятностями $p(x_1)=0.3, p(x_2)=0.28, p(x_3)=0.15, p(x_4)=0.13, p(x_5)=0.10, p(x_6)=0.02, p(x_7)=0.015, p(x_8)=0.005$. Найти энтропию сообщения и среднюю длину кодового слова.
2. Закодировать по методу Шеннона-Фэно источник сообщения, использующий восемь букв алфавита x_1, x_2, \dots, x_8 с вероятностями $p(x_1)=0.3, p(x_2)=0.28, p(x_3)=0.15, p(x_4)=0.13, p(x_5)=0.10, p(x_6)=0.02, p(x_7)=0.015, p(x_8)=0.005$. Найти энтропию сообщения и среднюю длину кодового слова.
3. Дискретный источник генерирует 5 независимых символов с вероятностями 0.45, 0.25, 0.12, 0.12 и 0.06, соответственно. Найти энтропию источника.
4. Спектр узкополосного сигнала является равномерным в полосе от 1.9 до 2.1 ГГц. Чему равна минимальная частота дискретизации сигналов для их идеального восстановления после переноса спектра на низкие частоты?
5. Спектр сигнала является равномерным в полосе от 140 до 160 МГц. Чему равна минимальная частота дискретизации сигналов для их идеального восстановления?
6. Входной диапазон 8-ти битового АЦП составляет $E_m \pm 10\text{В}$. Найти шаг квантования q , дисперсию шума квантования и среднее ОСШ для полномасштабного входного сигнала.
7. Найти импульсную характеристику сверточного кодера с двумя векторами связи $g_1=(1,1,1,1)$ и $g_2=(1,1,0,0)$. Нарисовать данный кодер.

8. Найти выходную последовательность бит для сверточного кодера с двумя векторами связи $g_1=(1,1,1,1)$ и $g_2=(1,1,0,0)$, если на входе имеется последовательность бит 11101, а в ячейках регистра сдвига содержатся нулевые биты.
9. Нарисовать сверточный кодер с тремя векторами связи $g_1=(1,1,1,1,0,0,1)$ $g_2=(1,1,0,0,1,1,0)$ и $g_3=(1,0,1,0,0,1,0)$.
10. Найти наибольшее расстояние Хемминга между последовательностями (10110011001111), (11010111001101) и (11010001111110).
11. Найти максимальную скорость безошибочной передачи данных в канале без замираний сигналов в полосе частот 20 МГц, если ОСШ $\rho_0=14$ дБ.
12. Система сотовой связи работает в условиях релейских замираний сигналов. Пусть среднее ОСШ $\rho_0=10$. Найти вероятность того, что мгновенное ОСШ будет ниже $3\rho_0$, ρ_0 , $0.3\rho_0$ или $0.1\rho_0$.
13. Найти максимальное ОСШ на выходе согласованного фильтра, если на его входе имеется импульс прямоугольной формы длительностью $T=5$ мсек и мощностью $P=30$ Вт. Спектральная плотность мощности шума равна 1 мВт/Гц. Как зависит максимальное ОСШ от формы импульса?
14. Вероятность битовой ошибки в релейском канале для 2-ФМ сигналов. Предполагая ОСШ $\rho_0 \ll 1$, найти приближенную формулу для BER и значение BER , если $\rho_0=0$.

$$BER = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_0 + 1}} \right)$$

15. Необходимо уменьшить вероятность битовой ошибки с $BER_1=0.001$ до $BER_2=0.0001$. На сколько дБ должна быть увеличена мощность передатчика в двух системах связи, одна из которых имеет одну приемную антенну, а другая – две антенны с когерентным суммированием сигналов. Считать, что используется двоичная фазовая модуляция, среднее ОСШ $\rho_0 \gg 1$, а замирания сигналов в приемных антеннах являются некоррелированными релеевскими.

16. Имеются две системы связи. Первая использует 8-ричную ФМ, а вторая – 8-точечную КАМ с амплитудами сигналов, различающимися в 3 раза. (см. рис.). Средняя мощность сигналов одинаковая. В какой системе будет меньше BER?



17. Имеются две системы связи. Первая использует 8-ричную ФМ, а вторая – 8-точечную КАМ с амплитудами сигналов, различающимися в 3 раза (см. рис. к предыдущей задаче). На сколько дБ должна различаться средняя мощность этих сигналов, чтобы BER было одинаковым?

18. Найти скорость передачи данных (бит/сек) в OFDM-системе со следующими параметрами: размерность Фурье-преобразования $N_{FFT}=1024$, расстояние между поднесущими $\Delta f_{sub}=15$ кГц, длительность защитного интервала составляет 1/6 от длительности OFDM-символа, скорость кодирования $r_c=5/6$, модуляция – 64-КАМ, на каждые 8 поднесущих используется 1 пилотная поднесущая.

19. Показать, что скорость передачи данных (бит/сек) в OFDM-системе зависит от ширины полосы и не зависит от размерности Фурье-преобразования. Считать, что на всех поднесущих передаются данные.

20. Найти пропускную способность (бит/сек/Гц) OFDM-системы со следующими параметрами: ширина полосы 20 МГц, длительность защитного интервала - $1/4$ от длительности OFDM-символа, скорость кодирования $r_c=1/2$, модуляция – 64-QAM, на каждые 8 поднесущих используется 1 пилотная поднесущая, информация передается пакетами по N_{sym} символов в каждом, вероятность пакетной ошибки – $PER=10\%$.
21. Средняя мощность передатчика в OFDM-системе $P_0=10$ мВт. С какой вероятностью мгновенная мощность P превысит 10, 30 или 50 мВт?
22. Найти скорость передачи (бит/сек) системы с кодовым разделением пользователей при следующих параметрах: скорость кодирования – $3/4$, модуляция – двоичная фазовая, длительность фрейма – 10 мсек, фрейм состоит из 192 информационных символов, для разделения пользователей используется 32 последовательности Уолша.
23. Прием сигнала в релейском канале осуществляется двумя антеннами. Замирания в антеннах являются статистически независимыми. Сигналы суммируются с весовыми коэффициентами ($1/\sqrt{2}$, $1/\sqrt{2}$). Найти среднее ОСШ. Каким будет характер замираний результирующего сигнала?
24. Прием сигнала осуществляется двумя антеннами. В первой антенне сигнал не флуктуирует, а во второй антенне наблюдаются релейские замирания. Сигналы суммируются с весовыми коэффициентами ($1/\sqrt{2}$, $1/\sqrt{2}$). Найти среднее ОСШ. Каков характер замираний результирующего сигнала?
25. Сравнить ОСШ на выходе двух систем связи: а) используется одна передающая и одна приемная антенна и канальный коэффициент $h_1=0.8+0.7j$; б) используется когерентное суммирование сигналов в двух приемных антеннах и канальные коэффициенты $h_1=0.8+0.7j$ и $h_2=0.5+0.3j$. Мощность передатчика равна 10, а мощность собственного шума – единице.

26. Система связи использует различные варианты адаптивной РП из двух антенн (АРП(1), АРП(2) и АРП(4)). Мощность передатчика равна 10^{-3} Вт, а мощность шума приемника – 10^{-6} Вт. Значения канальных коэффициентов равны $h_1=0.6+0.8j$ и $h_2=0.6+0.2j$. Найти ОСШ для каждого из этих вариантов адаптивной РП.

27. Найти спектральную эффективность ММО-системы без обратной связи, если имеется 4 передающих антенны и две приемные антенны ($M=4, N=2$). Собственные числа матрицы HH^H (H - матрица канальных коэффициентов) $\lambda_1=8$ и $\lambda_2=2$, мощность передатчика равна 100 мВт, мощность собственных шумов приемников равна 1 мВт. Сколько параллельных подканалов передачи данных можно сформировать в такой системе?

28. Найти распределение мощности между параллельными подканалами в ММО-системе с обратной связью, если имеется 4 передающих антенны и две приемные антенны ($M=4, N=2$). Собственные числа матрицы HH^H (H - матрица канальных коэффициентов) $\lambda_1=8$ и $\lambda_2=2$, мощность передатчика равна 2 мВт, мощность собственных шумов приемников равна 1 мВт.

29. Найти спектральную эффективность ММО-системы с обратной связью, если имеется 4 передающих антенны и две приемные антенны ($M=4, N=2$). Собственные числа матрицы HH^H (H - матрица канальных коэффициентов) $\lambda_1=8$ и $\lambda_2=2$, мощность передатчика равна 2 мВт, мощность собственных шумов приемников равна 1 мВт.

30. Найти выигрыш в спектральной эффективности ММО-системы за счет обратной связи, если имеется 4 передающих антенны и две приемные антенны ($M=4, N=2$). Собственные числа матрицы HH^H (H - матрица канальных коэффициентов) $\lambda_1=8$ и $\lambda_2=2$, мощность передатчика равна 2 мВт, мощность собственных шумов приемников равна 1 мВт.

31. Зависимость мощности от расстояния в канале связи имеет вид $P_r(d) = P_t(d_0/d)^3$ при $d_0 = 10$ м. Система связи имеет полосу пропускания $B = 10$ кГц, спектральная плотность мощности шумов приемника равна $N_0/2$, где $N_0 = 10^{-9}$ Вт/Гц, передаваемая мощность $P_t = 1$ Вт. Найти спектральную эффективность системы для расстояния между передатчиком и приемником 100 м и 1 км.

32. Модуль коэффициента передачи в канале связи является случайной величиной и принимает три значения: 0.05, 0.5 и 1 с вероятностями 0.1, 0.5 и 0.4, соответственно. Передаваемая мощность $P_t = 10$ мВт, спектральная плотность мощности шумов приемника равна $N_0/2$, где $N_0 = 10^{-9}$ Вт/Гц, полоса пропускания равна $B = 30$ кГц. Найти спектральную эффективность системы