

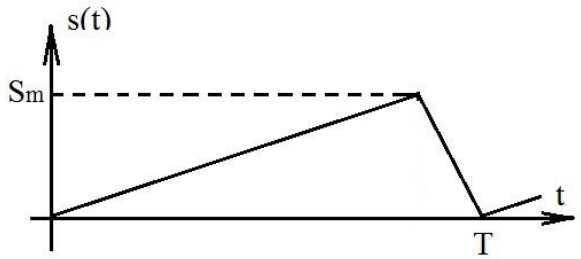
Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Косенок Сергей Михайлович
 Должность: ректор
 Дата подписания: 16.06.2026 11:57:15
 Уникальный программный ключ:
 e3a68f3eaa1e7674b54f4998099d3d6b1d3cf836

**Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине
 СИГНАЛЫ И СООБЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ**

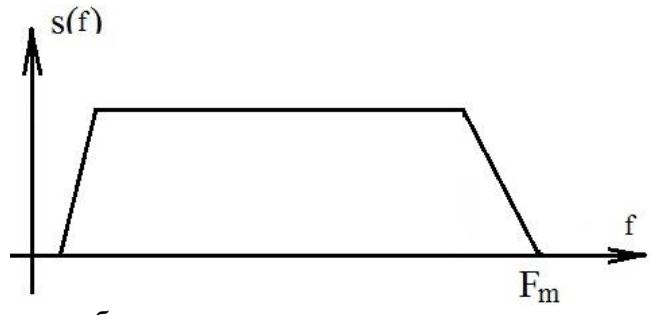
Код, направление	11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
подготовки	связи
Направленность (профиль)	Корпоративные инфокоммуникационные системы и сети
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра радиоэлектроники и электроэнергетики
Выпускающая кафедра	Кафедра радиоэлектроники и электроэнергетики

**Задание для контрольной работы
 4 семестр**

1. Для заданного периодического модулирующего сигнала нарисовать временную диаграмму АМ колебания с глубиной модуляции $m=0,5$.



2. По заданному спектру модулирующего сигнала и несущей частоте f_o , соблюдая масштабы амплитуд и частот, нарисовать спектры АМ, БМ и ОМ.



3. Нарисуйте в масштабе спектры модулирующего и модулированных ЧМ и ФМ колебаний для двух случаев:

- а) $m_{чм} = m_{фм} \ll 1$;
- б) $m_{чм} = m_{фм} > 1$.

Как определяется и чему равна ширина спектра в обоих случаях?

4. Рассчитайте ширину спектра ЧМ сигнала при гармонической модуляции с индексом модуляции $m_{чм} = 4$, частоте модулирующего сигнала $f_{мод} = 400$ Гц и несущей частоте $f_o = 100$ МГц.

5. Нарисуйте сигнальные созвездия 16-ДАМ, 16-ДФМ и частотно-временную матрицу 8-ДЧМ.

Вопросы к экзамену

4 семестр

1. Системы электрической связи (канал связи, модулятор, демодулятор, модем, передатчик, антенна, приёмник, кодер, декодер).
2. Канал связи. Классификация каналов связи. Характеристики канала связи.
3. Информация, данные, сообщение, сигнал.
4. Классификация сигналов (детерминированный, случайный, периодический, непериодический, непрерывный, дискретный, цифровой, одномерный, многомерный).
5. Амплитудные, частотные и временные параметры сигнала (длительность, динамический диапазон, ширина спектра, скорость, объём).
6. Способы описания сигнала (аналитическое, табличное, графическое). Поинтервальное описание сигнала.
7. Сигналы как элементы функциональных пространств (метрика, норма, скалярное произведение). Виды пространств (Евклида, Гильберта).
8. Обобщённый ряд Фурье.
9. Спектральное представление сигнала: гармонического, сложного, последовательностей импульсов. Математические модели сигналов и помех. Сигналы и спектры. Спектр периодического сигнала. Ряд Фурье. Комплексный ряд Фурье. Спектр непериодического сигнала.
10. Прямое и обратное преобразование Фурье для периодических и непериодических сигналов.
11. Свойства преобразования Фурье.
12. Функции Уолша. Разложение в ряд Уолша.
13. Распределение мощности и энергии в спектре колебания.
14. Связь между временными и спектральными характеристиками.
15. Корреляционная функция. Взаимная корреляционная функция.
16. Теорема свертки сигналов и спектров. Спектр одиночного импульсного сигнала. Спектр радиоимпульса. Одиночный δ импульс и его спектр. Спектр периодической последовательности δ импульсов. Спектр дискретизированного сигнала.
17. Ряд Котельникова. Восстановление сигнала. Импульсная реакция и АЧХ ФНЧ. Ошибки восстановления сигналов.
18. Дискретное прямое и обратное преобразование Фурье.
19. Быстрое прямое и обратное преобразование Фурье.
20. Аналитический сигнал.
21. Преобразование Гильберта.
22. Виды преобразований в каналах электросвязи.
23. Методы аппроксимации характеристик нелинейных элементов (степенная, трансцендентными функциями, кусочно-линейная).
24. Спектральный анализ колебаний в нелинейных преобразователях (метод кратных дуг, трёх и пяти ординат, метод функций Бесселя, метод угла отсечки).
25. Нелинейное усиление и умножение частоты.
26. Преобразование частоты, перемножение.
27. Модуляция. Классификация (аналоговая, дискретная, импульсная).
28. Амплитудная модуляция, параметры и характеристики. Временное, спектральное и векторное представление. Мощность АМ-колебаний.
29. Формирование сигналов с АМ. Детектирование сигналов с АМ Некогерентный детектор. Диодный детектор сигналов АМ. Квадратичный детектор. Линейный детектор.
30. Балансная модуляция (БМ). Временное, спектральное и векторное представление. Формирование сигналов с БМ.
31. Однополосная модуляция (ОМ). Временное, спектральное и векторное представление.
32. Фильтровой метод формирования сигналов с ОМ. Фазовый метод формирования сигналов с ОМ. Фазофильтровой метод формирования сигналов с ОМ.

33. Угловая модуляция, параметры и характеристики. Временное, спектральное и векторное представление.
34. Частотная модуляция (ЧМ). Влияние индекса ЧМ на ширину спектра сигнала. Прямые и косвенные методы формирования ЧМ сигнала.
35. Фазовая модуляция. Сравнение ЧМ и ФМ. Прямые и косвенные методы формирования ФМ сигнала.
36. Схемы детектирования ФМ сигналов.
37. Схемы детектирования ЧМ сигналов.
38. Дискретная амплитудная модуляция (ДАМ). Временное, спектральное представление и представление в виде созвездий, представление в функциональном пространстве, расстояние между сигналами, способы модуляции.
39. Дискретная фазовая модуляция (ДФМ). Временное, спектральное представление и представление в виде созвездий, представление в функциональном пространстве, расстояние между сигналами, способы модуляции. Код Грея. Относительная и дифференциальная фазовая модуляция, способы модуляции и демодуляции.
40. Квадратурная амплитудная модуляция (КАМ). Временное, спектральное представление и представление в виде созвездий, способы модуляции.
41. Амплитудно-фазовая модуляция (АФМ). Временное, спектральное представление и представление в виде созвездий, способы модуляции.
42. Дискретная частотная модуляция (ДЧМ) с разрывом фазы. Временное, спектральное представление и представление в виде созвездий, способы модуляции.
43. Дискретная частотная модуляция с непрерывной фазой (ДЧМНФ). Временное, спектральное представление и представление в виде фазовой решётки, способы модуляции.
44. Дискретная частотная модуляция с минимальным сдвигом (ММС). Временное, спектральное представление и представление в виде фазовой решётки.
45. Обработка ММС сигналов на основе алгоритма Витерби.
46. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ). Временное и спектральное представление. Виды, способы формирования.
47. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Временное и спектральное представление. Виды, способы формирования.
48. Временная импульсная модуляция (ВИМ), способы формирования.
49. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ).
50. Дифференциальные виды ИКМ. Способы формирования.

Задание для контрольной работы

5 семестр

1. Выполнить кодирование словосочетания «экономное_кодирование_данных» кодом Шеннона-Фано и кодом Хаффмана.
2. Преобразовать заданную дату (формат десятичного числа, преобразуемого в двоичный код: ддммгггг, например, 2 сентября 2022 года - 02092022) в двоичный код. Полученный двоичный код закодировать кодом Хэмминга.
Исказать любой из двоичных символов кода Хэмминга в интервале номеров от 4 до 9. Выполнить декодирование с исправлением ошибок.
3. Изобразите графы дискретных каналов связи при вероятности ошибок $P_{\text{ош}}=0,05$: двоичный симметричный; двоичный симметричный со стиранием; двоичный несимметричный каналы связи.
4. Проанализируйте отличия сигналов на выходе трёх видов каналов связи:
 - однолучевой гауссовский;
 - канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом;
 - многолучевой гауссовский.

Вопросы к экзамену 5 семестр

1. Цифровые системы связи (ЦСС). Отличие ЦСС от систем связи передачи аналоговых сигналов.
2. Демодуляция в ЦСС. Роль априорной информации. Статистические критерии оптимального приема сигналов.
3. Математические модели сигналов и помех. Случайные процессы, функция распределения, плотность распределения вероятностей, их свойства. Двумерные функции распределения и плотности распределения вероятностей, их свойства.
4. Усредненные характеристики случайного процесса. Классификация случайных процессов. Реализация, ансамбль реализаций. Узкополосные гауссовские случайные процессы. Теорема Винера-Хинчена.
5. Синтез оптимального корреляционного приемника в условиях аддитивного шума.
6. Оптимальный приемник на согласованных фильтрах.
7. Помехоустойчивость оптимального когерентного приема двоичных сигналов.
8. Анализ помехоустойчивости оптимального когерентного приема двоичных сигналов с ДАМ, ДЧМ, ДФМ и ОДФМ.
9. Некогерентный прием двоичных сигналов с ДЧМ.
10. Некогерентный прием двоичных ОДФМ сигналов.
11. Теория информации. Определение количества информации и ее свойства, энтропия источника и ее свойства, избыточность и производительность источника дискретных сигналов.
12. Энтропия источника непрерывных сообщений. Количество информации, передаваемой по дискретному каналу.
13. Пропускная способность дискретного канала передачи информации.
14. Пропускная способность непрерывного канала передачи информации.
15. Теорема кодирования Шеннона для каналов с помехами.
16. Кодирование – классификация и характеристики.
17. Способы знакового кодирования - код Морзе, код Бодо, международный телеграфный код МТК.
18. Экономное кодирование. Код Шеннона-Фано. Код Хаффмана.
19. Арифметическое кодирование. Словарное кодирование.
20. Коды Лемпеля-Зива LZ77, LZ78, LZW. Код Барроуза — Уилера BWT.
21. Блочный линейный код контроля четности. Код LRC.
22. Блочный линейный код Хэмминга.
23. Блочный линейный инверсный код.
24. Блочный линейный код Рида – Маллера.
25. Циклические помехоустойчивые коды БЧХ.
26. Систематические и несистематические коды Рида – Соломона.
27. Нерекурсивные свёрточные помехоустойчивые коды.
28. Рекурсивные свёрточные помехоустойчивые коды.
29. Модифицированные свёрточные помехоустойчивые коды с перфорацией. Псевдослучайные последовательности.
30. Модифицированные свёрточные помехоустойчивые коды с перемежением.
31. Коды с постоянным весом.
32. Непрерывные коды Финка—Хагельбаргера.
33. Каскадное помехоустойчивое кодирование. Турбо-кодирование.
34. Общие сведения о каналах связи (КС). Структурная схема цифрового КС. Назначение каждого блока.

35. Классификация КС: по назначению; способу передачи сигналов; характеру зависимостей между сигналами на входе и выходе; функциональным зависимостям; диапазону используемых частот; характеру сигналов на входе и выходе.
36. Линейные и нелинейные модели КС. Стационарная, нестационарная модели КС. Преобразования сигналов в линейных и нелинейных КС.
37. Преобразования детерминированных сигналов в детерминированных линейных КС. Временной и частотный методы анализа. Нестационарный линейный КС. Линейный стационарный КС, неискажающий КС.
38. Преобразование узкополосных сигналов в узкополосных линейных стационарных КС. Преобразование энергетических характеристик детерминированных сигналов.
39. Преобразование случайных сигналов в детерминированных линейных КС. Преобразования случайных сигналов в детерминированных нелинейных КС.
40. Прохождение сигналов через случайные КС. Аддитивные помехи в КС. Квантовый шум.
41. Модели непрерывных КС. Идеальный канал без помех. Канал с аддитивным гауссовским шумом. Канал с неопределенной фазой сигнала и аддитивным шумом.
42. Модель однолучевого гауссовского КС. Канал с межсимвольной интерференцией (МСИ) и аддитивным шумом. Модель многолучевого гауссовского КС.
43. Модели дискретных КС. Характеристики дискретных КС. Математические модели дискретных КС: двоичный симметричный КС; двоичный симметричный КС со стиранием; двоичный несимметричный КС.
44. Модели дискретных КС с памятью. Матрица переходных вероятностей дискретных КС с памятью. Модель Гильберта для ДКС с памятью. Модель Пуртова для ДКС с памятью.
45. Модель дискретно-непрерывного канала. Модели непрерывных КС, заданные дифференциальными уравнениями.