



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
для аттестации по дисциплине
«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ»
основной профессиональной образовательной программы специалитета
по специальности

**25.05.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО
РАДИООБОРУДОВАНИЯ**

Специализации программы

**«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ РАДИООБОРУДОВАНИЯ
ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА»**

«ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ И ИХ ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗАЩИТА»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

Морской
Кафедра судовых радиотехнических систем

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторам и достижения компетенции
ПК-5: Способен осуществлять разработку электрических схем и технической документации на радиоэлектронные средства различного назначения	ПК-5.2: Расчет и экспериментальное определение характеристик радиотехнических цепей и сигналов в радиоэлектронных средствах различного назначения	Радиотехнические цепи и сигналы	<u>Знать</u>: классификацию и характеристики сигналов во временной и частотной областях, классификацию и параметры радиосигналов, классификацию радиотехнических цепей и их характеристики во временной и частотной областях. <u>Уметь</u>: применять методы спектрального и корреляционного анализа свойств сигналов, методы анализа прохождения сигналов через линейные (операторный метод, метод низкочастотного эквивалента, метод мгновенной частоты) и нелинейные и параметрические (спектральный метод) радиотехнические цепи. <u>Владеть</u>: навыками экспериментального исследования процесса прохождения радиосигнала через линейную радиотехническую цепь (резонансный и полосовой усилитель), процессов модуляции, демодуляции и преобразования частоты радиосигнала в нелинейных радиотехнических цепях.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания по темам практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания по расчетно-графической работе.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- задания по контрольной работе;
- задания по курсовой работе;
- экзаменационные вопросы.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания

Тестовые задания предназначены для оценки в рамках текущего контроля успеваемости знаний, приобретенных обучающимся на лекционных занятиях и для измерения соответствующих индикаторов достижения компетенции.

3.1.1. Содержание оценочных средств

Тестовые задания объединены в блоки, каждый из которых соответствует одной или нескольким темам тематического плана дисциплины. Каждый блок (тест) в зависимости от объема соответствующего раздела включает минимум 30 заданий, одного из следующих типов: задание закрытой формы, множественный выбор. Тестовые задания представлены в Приложении № 1.

Перечень контрольных вопросов к лекционному материалу (осенний и весенний семестр) сгруппированы в блоки по темам. Перечень наименований блоков контрольных вопросов и тестовых заданий представлены в Приложении № 7.

Банк тестовых заданий по всему материалу дисциплины представлен в Приложении № 8. Тестовые задания объединены в блоки, каждый из которых соответствует одной или нескольким темам тематического плана дисциплины. Каждый блок (тест) в зависимости от объема соответствующего раздела включает минимум 30 заданий, одного из следующих типов: задание закрытой формы, множественный выбор.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Блоки тестовых заданий являются обязательными к исполнению перед предстоящей промежуточной аттестацией, а их результаты рассматриваются в качестве составной части допуска к экзамену по дисциплине.

Шкала оценивания результатов выполнения тестовых заданий основана на четырехбалльной системе. Оценка за выполнение теста определяется количеством правильно выполненных заданий, выраженным в процентном отношении.

Оценка «отлично» выставляется при правильном выполнении не менее 90% заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при правильном выполнении не менее 80% заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при правильном выполнении не менее 70% заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при правильном выполнении менее 70% заданий.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 70% заданий.

3.2 Задания и контрольные вопросы по темам практических занятий

3.2.1. Содержание оценочных средств

В данном подразделе представлены оценочные средства по темам практических занятий, объединенных в три блока: блок 1 по разделу «Нелинейные радиотехнические цепи и методы их анализа», блок 2 по разделу «Параметрические радиотехнические цепи», блок 3 по разделу «Дискретная обработка сигналов. Цифровые фильтры».

Общей целью блока 1 практических занятий по разделу «Нелинейные радиотехнические цепи и методы их анализа» является отработка навыков спектрального анализа тока нелинейного безынерционного элемента и анализа характеристик нелинейных радиотехнических цепей (резонансный усилитель, умножитель частоты, амплитудный модулятор, амплитудный детектор, преобразователь частоты).

Исходные данные для выполнения практических заданий блока 1, блока 2, рекомендации по их выполнению представлены в Приложении № 2.

3.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания результатов выполнения практических заданий блоков практических заданий основана на четырехбалльной системе.

Оценка «отлично» выставляется в случае, если обучающийся выполняет все три зада-

ния для самостоятельной проработки по теме практического занятия.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если обучающийся выполняет два из трех заданий для самостоятельной проработки по теме практического занятия.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если обучающийся выполняет одно из трех заданий для самостоятельной проработки по теме практического занятия.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если обучающийся не выполняет ни одного из трех заданий для самостоятельной проработки по теме практического занятия.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение заданий.

3.3 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

3.3.1. Содержание оценочных средств

Блок лабораторных работ представлен 7 лабораторными работами с указанием учебной цели и измеряемого индикатора. Задания и контрольные вопросы к лабораторным работам приведены в Приложении №3.

3.3.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

При условии отсутствия замечаний принципиального характера к представленному отчету проводится защита отчета по лабораторной работе в соответствии с перечнем теоретических вопросов и практических заданий, приведенных в учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ к каждой работе в отдельности.

Шкала оценивания результатов защит лабораторных работ основана на четырехбалльной системе.

Оценка «отлично» выставляется, если отчет оформлен в соответствии с установленными требованиями, обучающийся показал глубокие знания и понимание программного материала по теме лабораторной работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если отчет оформлен с некоторыми нарушениями требований, обучающийся твердо знает программный материал по теме лабораторной работы, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если отчет оформлен с нарушениями требований, обучающийся имеет знания только основного материала по поставленным кон-

трольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме лабораторной работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если отчет оформлен с грубыми нарушениями требований или не представлен вовсе, обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

3.4. Задания по расчетно-графической работе

3.4.1. Содержание оценочных средств

Расчетно-графическая работа (РГР) по дисциплине является неотъемлемой частью самостоятельной работы, предусмотренной учебным планом. Результаты РГР учитываются при проведении текущей аттестации. Результаты РГР учитываются при проведении текущей аттестации. Формулировка заданий для выполнения РГР приводится в Приложении № 4. Содержательная часть данных задач соответствует изучаемым в рамках дисциплины разделам «Радиотехнические сигналы и методы их анализа», «Анализ прохождения сигналов через радиотехнические цепи». Варианты задач выбираются в соответствии с двумя последними цифрами зачетной книжки.

3.4.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Оценивается наличие решения, правильность выполнения расчетов, качество оформления (логичность и последовательность изложения решения, наличие пояснений к выполняемым математическим действиям, правильность выполнения электрических схем, наглядность приведенных графических результатов расчетов).

Шкала оценивания результатов выполнения расчетно-графической работы основана на четырехбалльной системе.

Оценка «отлично» за этап выполнения РГР выставляется в случае отсутствия ошибок в решении задания, при незначительных отступлениях от правил оформления результатов выполнения РГР.

Оценка «хорошо» за этап выполнения РГР выставляется в случае наличия нескольких ошибок в решении задания при условии, что они не являются определяющими, при частичном отсутствии пояснений по ходу выполнения задания, при наличии небольших нарушениях правил оформления результатов выполнения РГР.

Оценка «удовлетворительно» за этап выполнения РГР выставляется в случае наличия многочисленных ошибок в решении задания при условии, что они не являются определяющими.

щими, при отсутствии пояснений по ходу выполнения задания, при грубом нарушении правил оформления результатов выполнения РГР.

Оценке «неудовлетворительно» соответствует отсутствие положительного результата выполнения задания на РГР: результаты не представлены или представленное решение неверное.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К экзамену допускаются курсанты (студенты), положительно аттестованные по результатам текущего контроля. Экзаменационные вопросы и задачи представлены в Приложении № 6.

4.1.1 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Экзаменационный билет в осеннем семестре содержит два теоретических вопроса из утвержденного перечня, а в весеннем семестре – один теоретический вопрос из утвержденного перечня и одно практическое задание по различным разделам дисциплины.

На усмотрение экзаменатора экзамен может быть проведен в письменной, устной или комбинированной форме. При наличии сомнений в отношении знаний и умений обучающегося экзаменатор может (имеет право) задать дополнительные вопросы.

Шкала итоговой аттестации по дисциплине, то есть оценивания результатов освоения дисциплины на экзамене, основана на четырехбалльной системе.

За ответ на задание экзаменационного билета выставляется оценка:

«отлично», если обучающийся показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно и отлично строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач;

«хорошо» выставляется, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач;

«удовлетворительно» выставляется, если обучающийся имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности;

«неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике (решить практическое задание билета).

При положительных оценках за оба теоретических вопроса экзаменационного билета в осеннем семестре или теоретический вопрос и практическое задание экзаменационного билета в весеннем семестре итоговая оценка за экзамен выводится по двум частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части. При наличии хотя бы одной неудовлетворительной оценки выставляется итоговая оценка за экзамен «неудовлетворительно».

4.2 Задание по курсовой работе

Выполнение курсовой работы по радиотехническим цепям и сигналам имеет целью приобретение курсантами и студентами практических навыков по применению основных теоретических положений дисциплины для решения практических задач.

Формулировка заданий для выполнения курсовой работы приводится в Приложении № 6. Содержательная часть данных задач соответствует изучаемым в весеннем семестре в рамках дисциплины разделам «Нелинейные радиотехнические цепи и методы их анализа», «Параметрические радиотехнические цепи», «Дискретная обработка сигналов. Цифровые фильтры». Варианты задач выбираются по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Курсовая работа выполняется курсантами очной формы обучения и студентами заочной формы обучения в процессе самостоятельной работы. Выполненную работу курсант (студент) защищает ведущему преподавателю по данной дисциплине. По результатам защиты выставляется дифференцированная оценка.

Сроки выдачи задания на курсовую работу и её выполнения определяются кафедрой и объявляются на первом лекционном занятии соответствующего семестра обучения.

Методическую помощь в решении частных задач преподаватель оказывает во время консультаций в специально отведенные часы.

4.2.1 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Результаты, полученные обучающимся при выполнении курсовой работы, оформляются в виде пояснительной записки в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о НИР» и представляются на проверку преподавателю. При отсутствии существенных замечаний к содержательной части курсовая работа допускается к защите. При наличии существенных замечаний

ний к содержательной части курсовая работа возвращается на доработку.

Шкала оценивания результатов выполнения курсовой работы основана на четырех-балльной системе.

Защита КР проводится по индивидуальным заданиям, являющимся элементами заданий на КР. В каждом индивидуальном варианте присутствует 6 заданий – по одному на каждое задание КР

Оценка «отлично» выставляется за верное выполнение всех 6 заданий на защиту КР.

Оценка «хорошо» выставляется за верное выполнение 5 из 6 заданий на защиту КР.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за верное выполнение 4 из 6 заданий на защиту КР.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант верно выполняет 3 из 6 заданий на защиту КР и менее.

Защита КР проводится в письменной форме и при возникновении спорных вопросов в устной беседе с обучающимся.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение курсовой работы.

Защита КР проводится в письменной форме и при возникновении спорных вопросов в устной беседе с обучающимся.

4.3 Задания по контрольной работе (заочная форма обучения)

Контрольная работа для студентов заочной формы обучения по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» в соответствии с рабочей программой «Профессионального модуля» выполняется в 7-ом семестре обучения и также является неотъемлемой частью самостоятельной работы, предусмотренной учебным планом.

Формулировка заданий для выполнения контрольной работы приводится в Приложении № 4.

4.3.1 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Оценивается наличие решения, правильность выполнения расчетов, качество оформления (логичность и последовательность изложения решения, наличие пояснений к выполняемым математическим действиям, правильность выполнения электрических схем, наглядность приведенных графических результатов расчетов).

Шкала оценивания результатов выполнения контрольной работы основана на двух-балльной системе.

Оценка «зачтено» выставляется в случае, если все задачи решены верно и в полном объеме, при незначительных отступлениях от правил оформления результатов выполнения контрольной работы.

Оценка «незачтено» выставляется в случае, если часть задач решена неверно, при значительных отступлениях от правил оформления результатов выполнения контрольной работы.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» (специализация «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем (протокол № 8 от 22.04.2022 г.)

Заведующая кафедрой



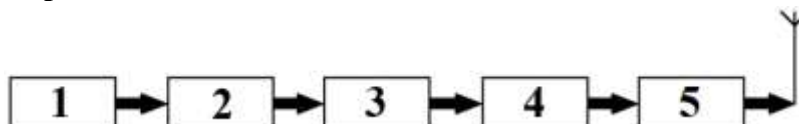
Е.В. Волхонская

Приложение № 1

Тестовые задания

Вариант 1

Вопрос 1. Функциональные блоки передающего тракта, включая источник сообщения (И), модулятор (М), генератор несущего колебания (Г), кодер сообщения (К) и преобразователь сообщения в электрический сигнал (П) должны располагаться на схеме в следующем порядке



- А) 1-Г, 2-И, 3-П, 4-М, 5-К
- Б) 1-И, 2-П, 3-Г, 4-М, 5-К
- В) 1-И, 2-К, 3-П, 4-М, 5-Г
- Г) 1-И, 2-П, 3-К, 4-М, 5-Г

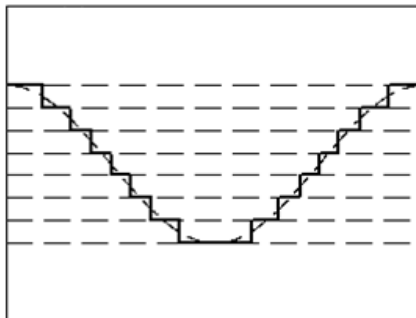
Вопрос 2. Устройством, которое может использоваться в качестве окончного устройства приемного тракта канала радиосвязи при передаче видеоизображения, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) принтер

Вопрос 3. К характеристикам физической системы, которые можно использовать для передачи информации на расстоянии, относятся

- А) напряженность электрического поля
- Б) давление в акустической волне
- В) яркость пикселя изображения
- Г) электрическое напряжение

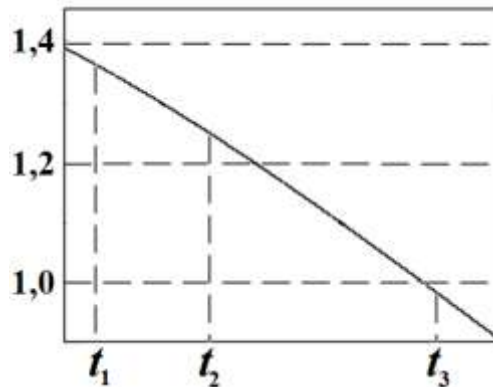
Вопрос 4. Приведенный сигнал относится к следующему типу сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям



- А) аналоговый
- Б) квантованный
- В) цифровой

Г) дискретный

Вопрос 5. Для представленного фрагмента аналогового сигнала и заданных уровней квантования верным значением напряжения на выходе квантующего устройства в момент времени t_1 является



- А) 1,4 В
- Б) 1,3 В
- В) 1,2 В
- Г) 1,36 В

Вопрос 6. К периодическим сигналам относятся

- А) гармонический сигнал
- Б) прямоугольный импульс
- В) меандр
- Г) пилообразное колебание

Вопрос 7. Скважность импульсов в периодической последовательности с периодом T и длительностью одиночного импульса τ равна

- А) $q = \frac{\tau}{T}$
- Б) $q = \frac{T}{\tau}$
- В) $q = \frac{T}{2\tau}$
- Г) $q = \frac{T}{\sqrt{2}\tau}$

Вопрос 8. Для однозначного определения коэффициентов разложения базисные функции обобщенного ряда Фурье должны обладать следующим свойством

- А) средняя мощность всех базисных функций на интервале, равном периоду раскладываемого в ряд сигнала, должна быть одинаковой
- Б) амплитуда всех базисных функций должна быть одинаковой
- В) все базисные функции должны быть ортогональны друг другу на интервале, равном периоду раскладываемого в ряд сигнала
- Г) все базисные функции должны быть периодическими с одним и тем же значением периода

Вопрос 9. Выражение для тригонометрического ряда Фурье для периодический сигнал $s(t)$ с периодом T имеет вид

А) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi_n\right)$

Б) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{2\pi nt}{T} + \varphi_n\right)$

В) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{\pi nt}{T} + \varphi_n\right)$

Г) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{\pi t}{T} + \varphi_n\right)$

Вопрос 10. Пусть четный периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\Omega t) + b_n \sin(n\Omega t)]$$

Тогда для коэффициентов разложения справедливо равенство

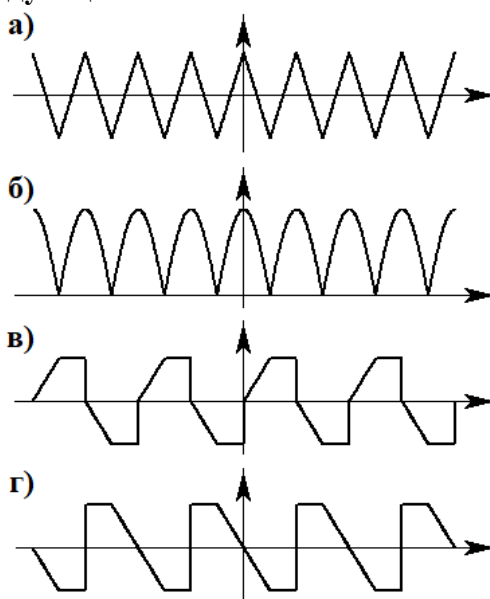
А) $a_n = 0$ для любого n

Б) $b_n = 0$ для любого n

В) $a_{2n} = 0, b_{2n} = 0$ для любого n

Г) $a_{2n+1} = 0, b_{2n+1} = 0$ для любого n

Вопрос 11. Из приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов видно, что четными являются следующие сигналы



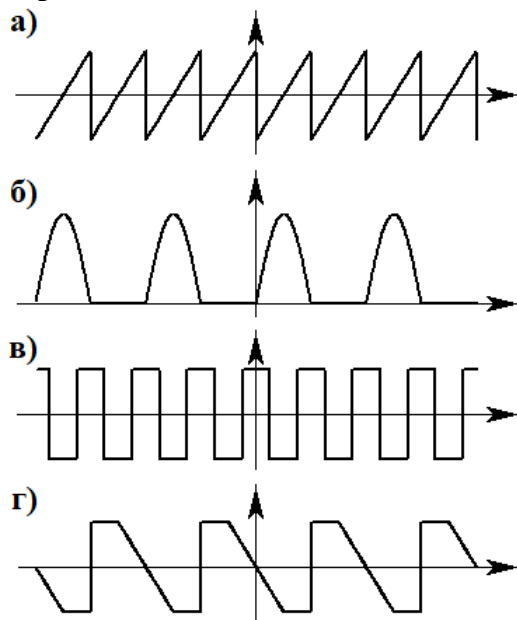
А) а, б

Б) а, б, в

В) а, б, г

Г) а, г

Вопрос 12. По форме приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов можно заключить, что амплитудный спектр следующих сигналов убывает обратно пропорционально номеру гармоники



- А) а в
- Б) а, г
- В) а, в, г
- Г) б, г

Вопрос 13. Периодический сигнал представляет собой последовательность импульсов со скважностью $q = 6$. В спектре такого сигнала отсутствуют гармоники с номерами

- А) гармоники с номерами от 0 до 6;
- Б) гармоники с номерами больше 6
- В) гармоники с четными номерами
- Г) гармоники с номерами, кратными 6, т.е. 6, 12, 18 и т.д.

Вопрос 14. Выражение для прямого преобразования Фурье имеет вид

А) $F(j\omega) = \int_0^{\infty} s(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$

Б) $F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot e^{j\omega t} dt$

В) $F(j\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot e^{j\omega t} dt$

Г) $F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$

Вопрос 15. Спектральная плотность $F(j\omega)$ имеет следующий физический смысл: квадрат...

А) модуля спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 Гц в окрестности этой частоты

Б) модуля спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 рад/с в окрестности этой частоты

В) спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 Гц в окрестности этой частоты

Г) спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 рад/с в окрестности этой частоты

Вопрос 16. Выражения для корреляционной функции импульсного сигнала имеют вид

А) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(\tau)dt$

Б) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(t-\tau)dt$

В) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(t+\tau)dt$

Г) $K(\tau) = \int_{-\tau/2}^{\tau/2} s^2(t)dt$

Вопрос 17. Корреляционная функция периодического сигнала должна обладать следующими свойствами

А) $K(\tau) = K(-\tau)$

Б) $K(\tau) = -K(-\tau)$

В) $K(0) = E$

Г) $K(0) = \overline{s^2(t)}$

Д) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K(\tau) = 0$

Е) $K(\tau + n \cdot T) = K(\tau)$

Вопрос 18. Выражение для определения времени корреляции имеет вид

А) $\tau_k = \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau)d\tau$

Б) $\tau_k = \int_{-\infty}^{\infty} |K(\tau)|d\tau$

В) $\tau_k = \int_0^{\infty} |K(\tau)|d\tau$

$$\Gamma) \tau_k = \frac{1}{E} \int_0^{\infty} |K(\tau)| d\tau$$

Вопрос 19. Радиосигналом называют

- А) высокочастотное колебание, предназначенное для передачи информации на расстоянии
- Б) низкочастотное колебание, распространяющееся в пространстве в виде электромагнитной волны и служащее для передачи информации на расстоянии
- В) высокочастотное колебание, эффективно излучаемое антенной и распространяющееся в пространстве в виде электромагнитной волны и служащее для передачи информации на расстоянии
- Г) широкополосный сигнал, предназначенный для передачи информации на расстоянии

Вопрос 20. К категории аналоговых видов модуляции относятся

- А) амплитудная модуляция
- Б) широтно-импульсная модуляция
- В) фазовая модуляция
- Г) фазо-импульсная модуляция
- Д) частотная манипуляция
- Е) частотная модуляция
- Ж) квадратурная фазовая манипуляция
- З) импульсно-кодовая модуляция

Вопрос 21. Выражения, описывающие радиосигнал с амплитудной модуляцией, имеют вид

- А) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Б) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- В) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Г) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) + \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$
- Д) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Е) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$

Вопрос 22. Радиосигналом с балансной амплитудной модуляцией называют радиосигнал с амплитудной модуляцией, в спектре которого отсутствует

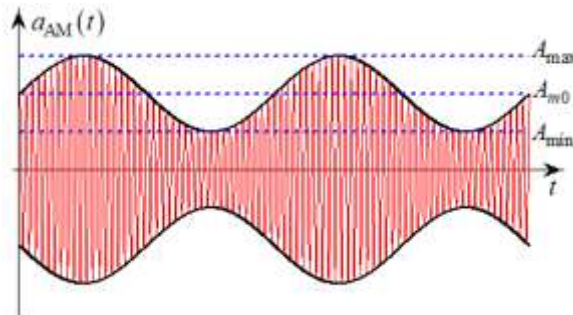
- А) отсутствует нижняя боковая полоса
- Б) несущее колебание частично подавлено
- В) отсутствует верхняя боковая полоса
- Г) отсутствует несущее колебание

Вопрос 23. Преимущества использования амплитудно-модулированного радиосигнала с балансной модуляцией перед использованием полного амплитудно-модулированного радиосигнала состоят в

- А) экономии мощности передатчика
- Б) экономии частотного ресурса;

- В) упрощении выделения информации на приемной стороне канала радиосвязи
- Г) упрощении аппаратуры приемного тракта канала радиосвязи
- Д) увеличении отношения сигнал/шум в канале радиосвязи за счет перераспределения мощности передатчика

Вопрос 24. Выражение для определения глубины амплитудной модуляции одно-тонального амплитудно-модулированного радиосигнала имеет вид



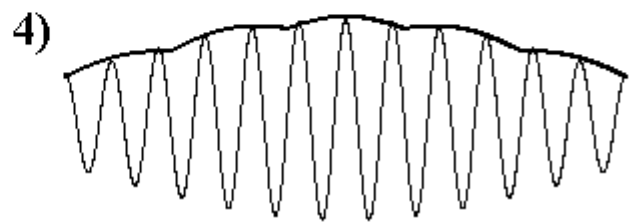
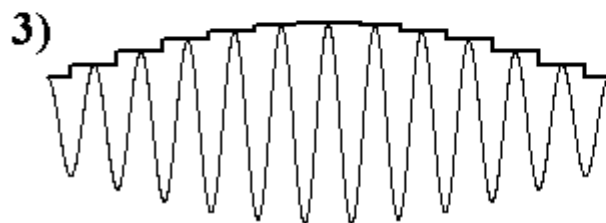
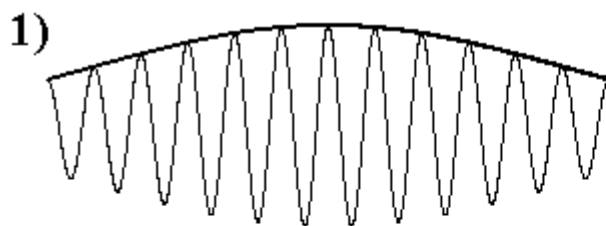
А) $M = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{m0}}$

Б) $M = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{A_{m0}}$

В) $M = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}}$

Г) $M = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{A_{\max} - A_{\min}}$

Вопрос 25. Простейшей огибающей для заданного радиосигнала соответствует следующий вариант



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 26. Выражения, описывающие связь мгновенной частоты и полной фазы радиосигнала, имеют вид

А) $\Psi(t) = \omega(t) \cdot t + \varphi_0$

Б) $\Psi(t) = \int \omega(t) dt + \varphi_0$

В) $\omega(t) = \frac{d\Psi(t)}{dt}$

Г) $\omega(t) = \int \Psi(t) dt + \varphi_0$

Вопрос 27. Доля средней мощности однотонового амплитудно-модулированного радиосигнала, приходящаяся на несущее колебание, при глубине амплитудной модуляции 0,5 составляет

А) 88,9%

Б) 50%

В) 66,7%

Г) 11,1%

Вопрос 28. Индексом угловой модуляции называют

А) среднее значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания

Б) минимальное значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания

В) наиболее вероятное значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания

Г) максимальное значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания

Вопрос 29. Выражение, определяющее ширину спектра однотонового фазомодулированного радиосигнала, имеет вид

А) $\Delta\omega = 2\Omega$

Б) $\Delta\omega = 2m\Omega$

В) $\Delta\omega = 2(m + \sqrt{m} + 1)\Omega$

Г) $\Delta\omega = 2(m + 1)\Omega$

Вопрос 30. Выражение, определяющее связь импульсной характеристики $g(t)$ линейной радиотехнической цепи и ее комплексной функции $K(j\omega)$, имеет вид

А) $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$

Б) $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} j\omega \cdot K(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$

В) $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{K(j\omega)}{j\omega} \cdot e^{j\omega t} d\omega$

$$\Gamma) g(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$$

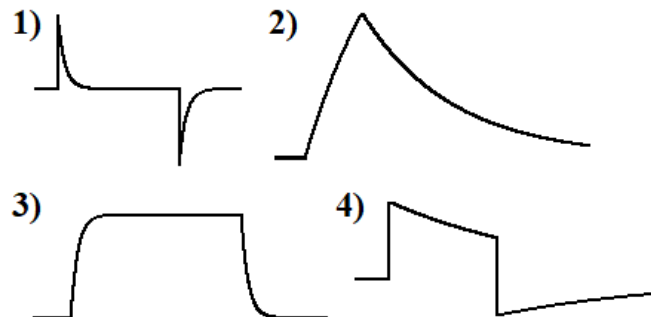
Вопрос 31. В основе спектрального метода анализа лежит использование следующей характеристики линейной радиотехнической цепи

- А) переходная характеристика
- Б) операторная функция цепи
- В) импульсная характеристика
- Г) комплексная функция цепи

Вопрос 32. Связь комплексных спектров сигналов на входе $F_{\text{вх}}(j\omega)$ и выходе $F_{\text{вых}}(j\omega)$ линейной радиотехнической цепи с комплексной функцией $K(j\omega)$ в рамках спектрального метода анализа описывается выражением вида

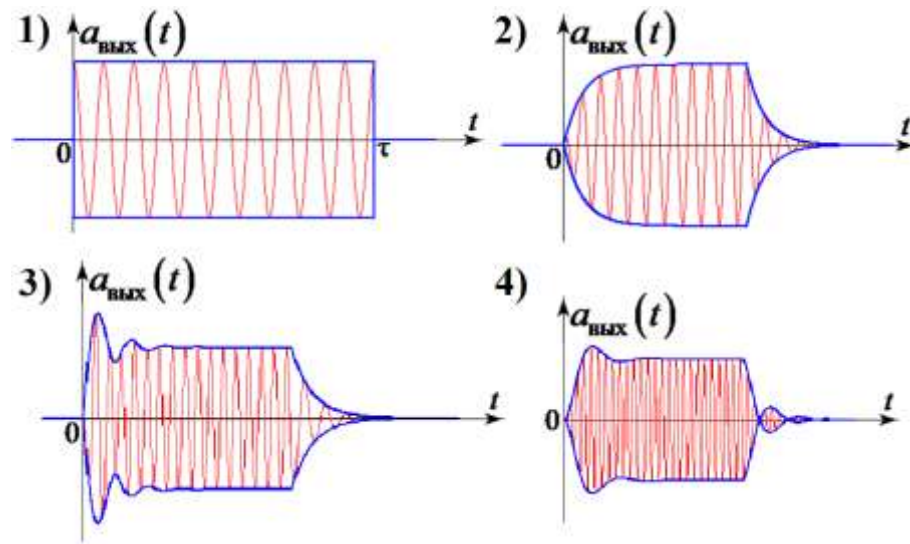
- А) $F_{\text{вых}}(j\omega) = K(j\omega) \cdot F_{\text{вх}}(j\omega)$
- Б) $F_{\text{вх}}(j\omega) = K(j\omega) \cdot F_{\text{вых}}(j\omega)$
- В) $K(j\omega) = F_{\text{вх}}(j\omega) \cdot F_{\text{вых}}(j\omega)$
- Г) $F_{\text{вых}}(j\omega) = K(j\omega) + F_{\text{вх}}(j\omega)$

Вопрос 33. Прямоугольный импульс поступает на вход интегрирующей RC-цепи с постоянной времени $\tau = RC \ll \tau_{\text{имп}}$. Форма импульса на выходе данной цепи будет иметь вид



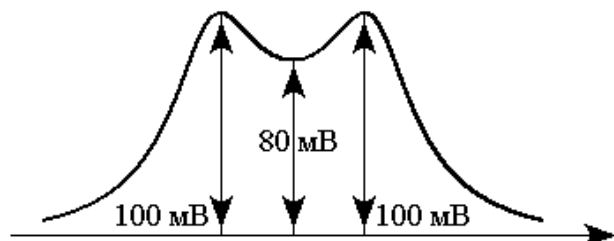
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 34. На вход резонансного усилителя поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, равной резонансной частоте колебательного контура усилителя. При этом временная диаграмма радиоимпульса на выходе резонансного усилителя будет иметь вид



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 35. По заданной АЧХ системы связанных контуров можно заключить, что величина фактора связи составляет



- А) $A=0,8$
- Б) $A=1,25$
- В) $A=2$
- Г) $A=0,5$

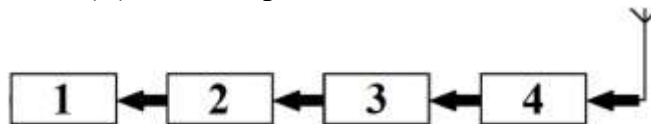
Вопрос 36. Пусть на вход резонансного усилителя поступает однотоновый амплитудно-модулированный радиосигнал. Тогда между временными диаграммами выходного и входного радиосигналов будут наблюдаться следующие отличия

- А) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала меньше, выходной сигнал опережает по времени входной
- Б) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала больше, выходной сигнал опережает по времени входной
- В) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала больше, выходной сигнал отстает по времени от входного
- Г) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала меньше, выходной сигнал от-

стает по времени от входного

Вариант 2

Вопрос 1. Функциональные блоки приемного тракта, включая регистрирующее устройство (Р), детектор (Дт), декодирующее устройство (Дк) и линейный частотно-избирательный усилитель (У) должны располагаться на схеме в следующем порядке



- А) 1-Р, 2-Дк, 3-Дт, 4-У
- Б) 1-У, 2-Дт, 3-Дк, 4-Р
- В) 1-Р, 2-Дт, 3-Дк, 4-У
- Г) 1-У, 2-Дк, 3-Дт, 4-Р

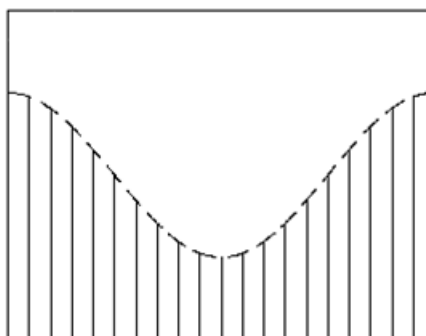
Вопрос 2. Устройством, которое может использоваться в качестве преобразователя сообщения в электрический сигнал в передающем тракте канала радиосвязи при передаче звукового или речевого сигналов, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) сканер

Вопрос 3. К характеристикам физической системы, которые можно использовать для воспроизведения принятой информации, относятся

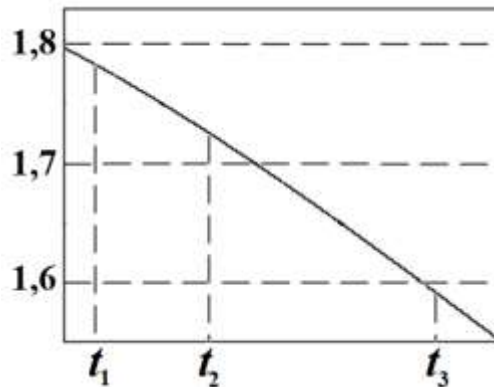
- А) напряженность электрического поля
- Б) давление в акустической волне
- В) яркость пикселя изображения
- Г) электрическое напряжение

Вопрос 4. Приведенный сигнал относится к следующему типу сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям



- А) аналоговый
- Б) квантованный
- В) цифровой
- Г) дискретный

Вопрос 5. Для представленного фрагмента аналогового сигнала и заданных уровней квантования верным значением напряжения на выходе квантующего устройства в момент времени t_2 является



- А) 1,6 В
- Б) 1,8 В
- В) 1,75 В
- Г) 1,7 В

Вопрос 6. Сумма двух гармонических сигналов является периодической при следующих значениях их циклических частот: сумма двух гармонических сигналов с частотами...

- А) 10 кГц и 17 кГц
- Б) 2 кГц и 1,87 кГц
- В) 5 кГц и $10\sqrt{2}$ кГц
- Г) 10 кГц и π кГц

Вопрос 7. Выражение для энергии сигнала имеет вид

- А) $E = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$
- Б) $E = \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt$
- В) $E = s^2(t)$
- Г) $E = \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$

Вопрос 8. Выражение, определяющее коэффициенты разложения в обобщенном ряде Фурье, имеет вид

- А) $C_n = (s, \varphi_n)$
- Б) $C_n = \frac{(s, \varphi_n)}{(s, s)}$
- В) $C_n = \frac{(\varphi_n, \varphi_n)}{(s, \varphi_n)}$

$$\Gamma) C_n = \frac{(s, \varphi_n)}{(\varphi_n, \varphi_n)}$$

Вопрос 9. Пусть периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\Omega t + \varphi_n)$$

Тогда амплитудный спектр периодического сигнала определяется как

А) совокупность чисел $\{A_1, A_2, \dots, A_n, \dots\}$

Б) совокупность чисел $\left\{\frac{a_0}{2}, A_1, A_2, \dots, A_n, \dots\right\}$

В) совокупность чисел $\left\{\left|\frac{a_0}{2}\right|, A_1, A_2, \dots, A_n, \dots\right\}$

Г) совокупность чисел $\left\{\left(\frac{a_0}{2}\right)^2, \frac{A_1^2}{2}, \frac{A_2^2}{2}, \dots, \frac{A_n^2}{2}, \dots\right\}$

Вопрос 10. Пусть нечетный периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\Omega t) + b_n \sin(n\Omega t)]$$

Тогда для коэффициентов разложения справедливо равенство

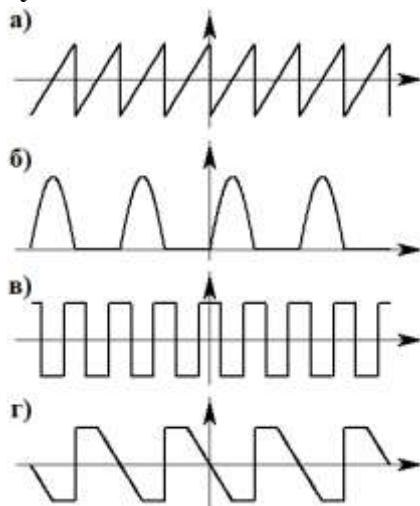
А) $a_n = 0$ для любого n

Б) $b_n = 0$ для любого n

В) $a_{2n} = 0, b_{2n} = 0$ для любого n

Г) $a_{2n+1} = 0, b_{2n+1} = 0$ для любого n

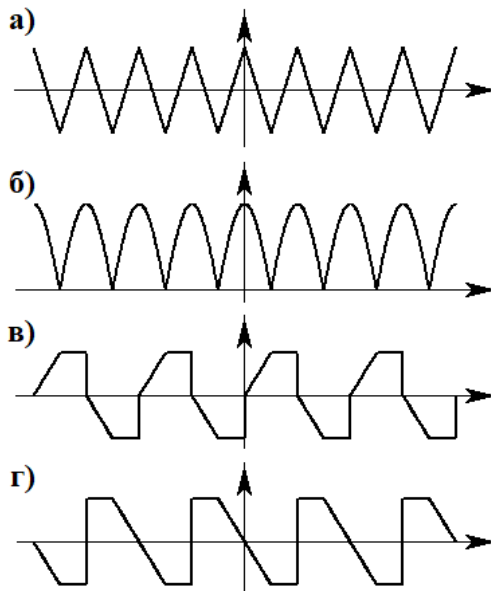
Вопрос 11. Из приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов видно, что нечетными являются следующие сигналы



А) а, б

- Б) а, г
- В) а, в, г
- Г) б, г

Вопрос 12. По форме приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов можно заключить, что амплитудный спектр следующих сигналов убывает обратно пропорционально квадрату номера гармоники



- А) а, в, г
- Б) а, в
- В) а, г
- Г) а, б

Вопрос 13. Периодический сигнал представляет собой последовательность импульсов со скважностью $q = 5,3$. В спектре такого сигнала отсутствуют гармоники с номерами:

- А) от 0 до 5
- Б) больше 5
- В) нечетными
- Г) кратными 53, т.е. 53, 106, 159 и т.д.

Вопрос 14. Выражение для обратного преобразования Фурье имеет вид

А) $s(t) = \int_0^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{-j\omega t} d\omega$

Б) $s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$

В) $s(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$

Г) $s(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{-j\omega t} d\omega$

Вопрос 15. Для оценки ширины энергетического спектра импульсного сигнала могут применяться следующие критерии

- А) содержание в данной полосе частот заданной доли энергии импульсного сигнала
- Б) уменьшение энергетического спектра ниже определенного уровня за пределами данной полосы частот
- В) уменьшение энергетического спектра ниже определенного уровня в пределах данной полосы частот
- Г) среднеквадратическая оценка ширины спектра

Вопрос 16. Корреляционная функция импульсного сигнала должна обладать следующими свойствами

- А) $K(\tau) = K(-\tau)$
- Б) $K(\tau) = -K(-\tau)$
- В) $K(0) = E$
- Г) $K(0) = 0$
- Д) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K(\tau) = 0$
- Е) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K(\tau) = E$

Вопрос 17. Выражения, определяющие связь энергетического спектра $S(\omega)$ и корреляционной функции $K(\tau)$ вещественного сигнала, имеют вид

- А) $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} d\tau$
- Б) $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{j\omega\tau} d\tau$
- В) $S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} d\tau$
- Г) $S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{j\omega\tau} d\tau$

Вопрос 18. Выражение для определения эффективной ширины энергетического спектра имеет вид

- А) $\Delta f_{\text{эфф}} = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) df$
- Б) $\Delta f_{\text{эфф}} = \int_0^{\infty} S(f) df$
- В) $\Delta f_{\text{эфф}} = \frac{1}{S_{\max}} \int_0^{\infty} S(f) df$

$$\Gamma) \Delta f_{\text{эфф}} = \frac{1}{S(0)} \int_0^{\infty} S(f) df$$

Вопрос 19. Модуляция представляет собой процесс

- А) изменения параметров высокочастотного колебания в соответствии с законом изменения информационного сигнала
- Б) переноса спектра информационного сигнала из области высоких частот в область низких частот без изменения спектрального состава
- В) нелинейного преобразования спектра информационного сигнала при его переносе из области низких частот в область высоких частот
- Г) изменения параметров низкочастотного колебания при его переносе из области низких частот в область высоких частот

Вопрос 20. К категории дискретных видов модуляции относятся

- А) амплитудная модуляция
- Б) широтно-импульсная модуляция
- В) фазовая модуляция
- Г) фазо-импульсная модуляция
- Д) частотная манипуляция
- Е) частотная модуляция
- Ж) квадратурная фазовая манипуляция
- З) импульсно-кодовая модуляция

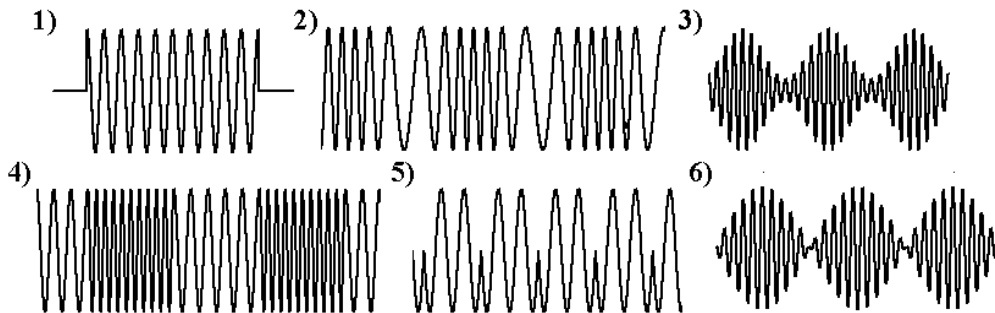
Вопрос 21. Выражения, описывающее радиосигнал с балансной амплитудной модуляцией, имеет вид

- А) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Б) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- В) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Г) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) + \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$
- Д) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Е) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$

Вопрос 22. Типами радиосигналов с амплитудной модуляцией, для которых возможно выделение несущего колебания из принятого радиосигнала на приемной стороне канала радиосвязи, являются

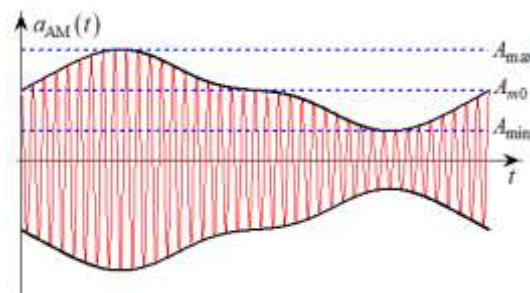
- А) полный амплитудно-модулированный радиосигнал
- Б) амплитудно-модулированный радиосигнал с частично подавленной несущей
- В) амплитудно-модулированный радиосигнал с одной боковой полосой
- Г) амплитудно-модулированный радиосигнал с балансной модуляцией

Вопрос 23. По приведенным временным диаграммам можно заключить, что следующие сигналы имеют амплитудную модуляцию



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4
- Д) 5
- Е) 6

Вопрос 24. Выражение для коэффициента амплитудной модуляции вниз имеет вид



- А) $M_n = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{m0}}$
- Б) $M_n = \frac{A_{\max} - A_{m0}}{A_{m0}}$
- В) $M_n = \frac{A_{m0} - A_{\min}}{A_{m0}}$
- Г) $M_n = \frac{A_{\min} - A_{m0}}{A_{m0}}$

Вопрос 25. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен сопряженный по Гильберту сигнал $\tilde{a}(t)$. Тогда выражения, определяющие простейшую огибающую радиосигнала, имеют вид

- А) $A(t) = \sqrt{a^2(t) + \tilde{a}^2(t)}$
- Б) $A(t) = a(t) + j \cdot \tilde{a}(t)$
- В) $A(t) = |a(t) + j \cdot \tilde{a}(t)|$
- Г) $A(t) = a(t) + \tilde{a}(t)$

Вопрос 26. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен сопряженный по Гильберту сигнал $\tilde{a}(t)$. Тогда выражение, определяющее полную фазу радиосигнала, имеет вид

А) $\Psi(t) = \arctg\left(\frac{\tilde{a}(t)}{a(t)}\right)$

Б) $\Psi(t) = \arg(a(t) + j \cdot \tilde{a}(t))$

В) $\Psi(t) = \arg(\tilde{a}(t) + j \cdot a(t))$

Г) $\Psi(t) = \arctg\left(\frac{a(t)}{\tilde{a}(t)}\right)$

Вопрос 27. Доля средней мощности однотонового амплитудно-модулированного радиосигнала, приходящаяся на нижнюю и верхнюю боковые полосы, при глубине амплитудной модуляции 0,7 составляет

А) 19,7%

Б) 80,3%

В) 9,8%

Г) 33,3%

Вопрос 28. Девиейцией частоты называют

А) среднее значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты

Б) максимальное значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты

В) минимальное значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты

Г) наиболее вероятное значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты

Вопрос 29. Число спектральных линий для однотонового фазомодулированного радиосигнала с индексом угловой модуляции $m=1$ составляет

А) 3

Б) 4

В) 6

Г) 7

Вопрос 30. Выражение, определяющее связь операторной функции $T(p)$ линейной радиотехнической цепи и ее комплексной функции $K(j\omega)$, имеет вид

А) $T(p) = \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) \cdot e^{j\omega p} d\omega$

Б) $T(p) = j\omega \cdot K(j\omega) \Big|_{j\omega = p}$

В) $T(p) = K(j\omega) \Big|_{j\omega = p}$

Г) $T(p) = \frac{K(j\omega)}{j\omega} \Big|_{j\omega = p}$

Вопрос 31. В основе операторного метода анализа лежит использование следующей характеристики линейной радиотехнической цепи

- А) переходная характеристика
- Б) операторная функция цепи
- В) импульсная характеристика
- Г) комплексная функция цепи

Вопрос 32. Связь амплитудных спектров сигналов на входе $F_{\text{вх}}(\omega)$ и выходе $F_{\text{вых}}(\omega)$ линейной радиотехнической цепи с амплитудно-частотной характеристикой $K(\omega)$ в рамках спектрального метода анализа описывается выражением вида

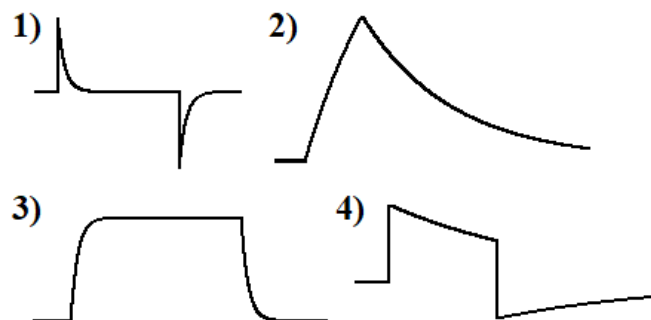
А) $F_{\text{вых}}(\omega) = K(\omega) \cdot F_{\text{вх}}(\omega)$

Б) $F_{\text{вх}}(\omega) = K(\omega) \cdot F_{\text{вых}}(\omega)$

В) $K(\omega) = F_{\text{вх}}(\omega) \cdot F_{\text{вых}}(\omega)$

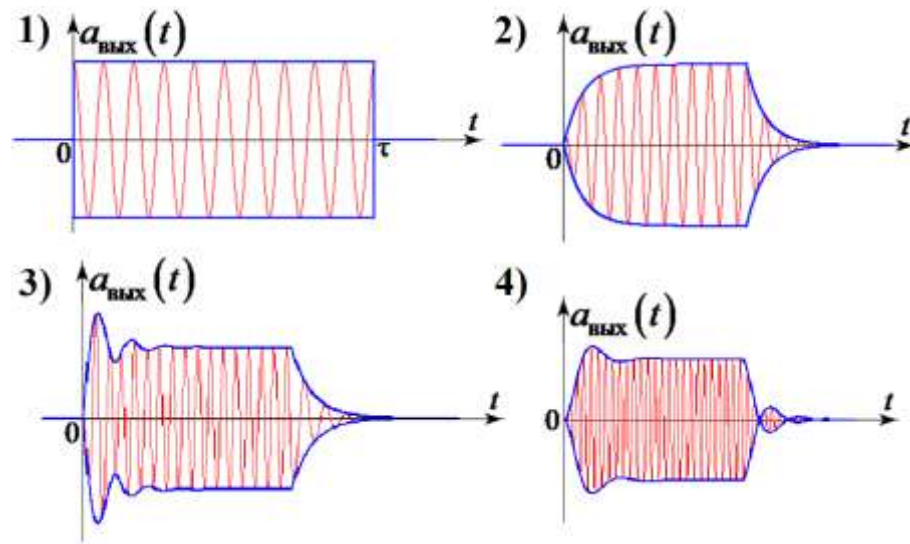
Г) $F_{\text{вых}}(\omega) = K(\omega) + F_{\text{вх}}(\omega)$

Вопрос 33. Прямоугольный импульс поступает на вход интегрирующей RC-цепи с постоянной времени $\tau = RC \gg \tau_{\text{имп}}$. Форма импульса на выходе данной цепи будет иметь вид



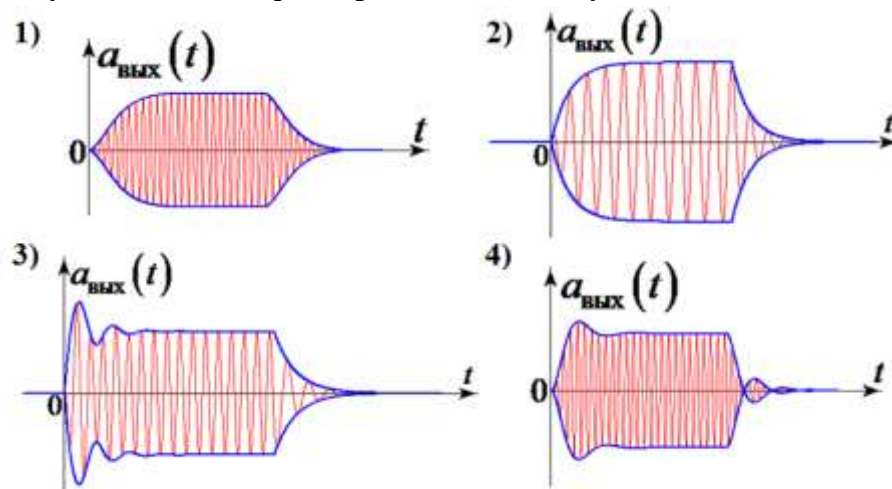
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 34. На вход резонансного усилителя поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, не равной резонансной частоте колебательного контура усилителя. При этом временная диаграмма радиоимпульса на выходе резонансного усилителя будет иметь вид



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 35. Пусть на вход полосового усилителя со связанными колебательными контурами поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, равной частоте настройки колебательных контуров усилителя. Тогда форма радиоимпульса на выходе полосового усилителя для фактора связи $A=0,5$ будет иметь вид



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 36. Для частотно-избирательной цепи с комплексной функцией $K(j\omega)$ выражение для комплексной функции низкочастотного эквивалента имеет вид

А) $K_{\text{нч}}(j\Omega) = K\left(j \frac{\omega}{\omega_0}\right)$

Б) $K_{\text{нч}}(j\Omega) = K(j(\omega - \omega_0))$

В) $K_{\text{нч}}(j\Omega) = K(j(\omega + \omega_0))$

Г) $K_{\text{нч}}(j\Omega) = K\left(j \frac{\omega_0}{\omega}\right)$

Вариант 3

Вопрос 1. Устройством, которое может использоваться в качестве оконечного устройства приемного тракта канала радиосвязи при передаче звукового или речевого сигналов, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) принтер

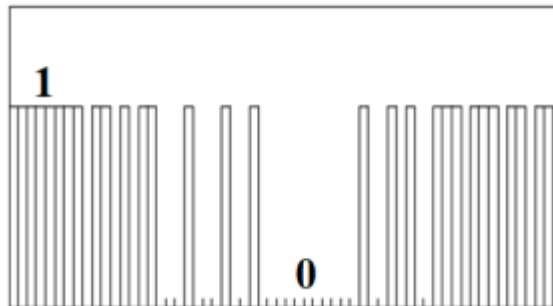
Вопрос 2. Устройством, которое может использоваться в качестве преобразователя сообщения в электрический сигнал в передающем тракте канала радиосвязи при передаче видеоизображения, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) сканер

Вопрос 3. К характеристикам физической системы, которые можно использовать для хранения принятой информации, относится

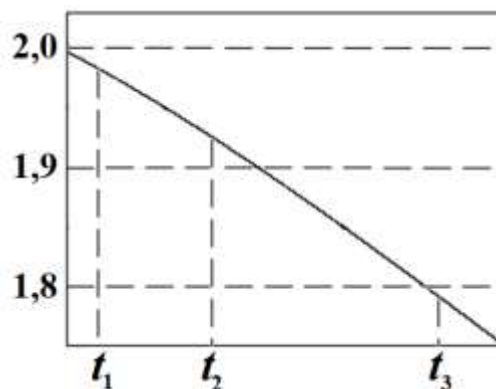
- А) напряженность электрического поля
- Б) давление в акустической волне
- В) яркость пикселя изображения
- Г) электрическое напряжение

Вопрос 4. Приведенный сигнал относится к следующему типу сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям



- А) аналоговый
- Б) квантованный
- В) цифровой
- Г) дискретный

Вопрос 5. Для представленного фрагмента аналогового сигнала и заданных уровней квантования верным значением напряжения на выходе квантующего устройства в момент времени t_3 является



- А) 2,0 В
- Б) 1,8 В
- В) 1,78 В
- Г) 1,9 В

Вопрос 6. К полигармоническим сигналам относятся

- А) меандр
- Б) пилообразное колебание
- В) периодическая последовательность гауссовых импульсов
- Г) треугольный импульс

Вопрос 7. Средняя мощность гармонического сигнала вида

$$s(t) = s_{\max} \cdot \cos(\Omega \cdot t + \varphi)$$

равна

А) $\overline{s^2(t)} = s_{\max}^2$

Б) $\overline{s^2(t)} = \frac{s_{\max}^2}{\sqrt{2}}$

В) $\overline{s^2(t)} = \frac{s_{\max}^2}{\pi}$

Г) $\overline{s^2(t)} = \frac{s_{\max}^2}{2}$

Вопрос 8. Соотношение между средними мощностями периодического сигнала $s(t)$ и усеченного ряда Фурье $s_N(t)$, содержащего N первых базисных функций, имеет вид

А) $\overline{s_N^2(t)} = \frac{1}{N} \cdot \overline{s^2(t)}$

Б) $\overline{s_N^2(t)} = \frac{1}{N^2} \cdot \overline{s^2(t)}$

В) $\overline{s_N^2(t)} > \overline{s^2(t)}$

Г) $\overline{s_N^2(t)} < \overline{s^2(t)}$

Вопрос 9. Пусть периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\Omega t + \varphi_n)$$

Тогда фазовый спектр периодического сигнала определяется как совокупность...

А) чисел $\{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n, \dots\}$

Б) чисел $\left\{ \arg\left(\frac{a_0}{2}\right), \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n, \dots \right\}$

В) чисел $\{\Omega, 2\Omega, 3\Omega, \dots, n\Omega, \dots\}$

Г) полных фаз $\{(\Omega t + \varphi_1), (2\Omega t + \varphi_2), \dots, (n\Omega t + \varphi_n), \dots\}$

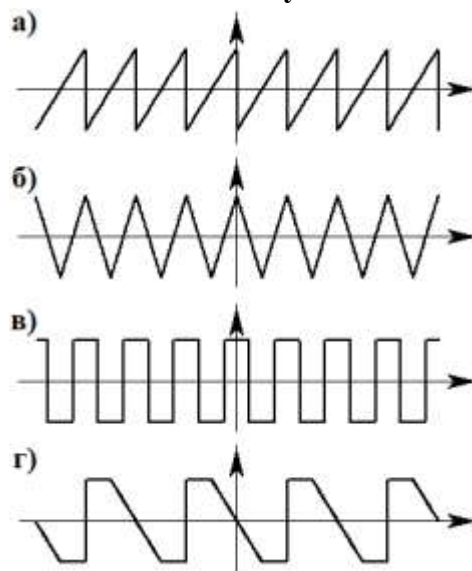
Вопрос 10. Пусть зеркально симметричный периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\Omega t) + b_n \sin(n\Omega t)]$$

Тогда для коэффициентов разложения справедливо равенство

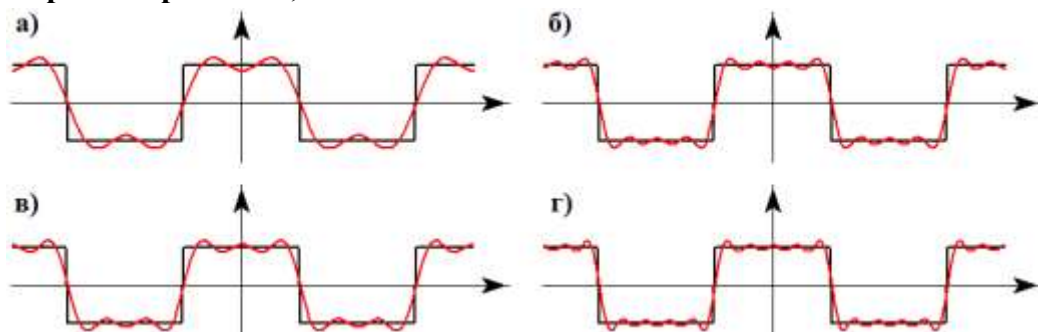
- А) $a_n = 0$ для любого n
- Б) $b_n = 0$ для любого n
- В) $a_{2n} = 0, b_{2n} = 0$ для любого n
- Г) $a_{2n+1} = 0, b_{2n+1} = 0$ для любого n

Вопрос 11. Из приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов видно, что зеркально симметричными являются следующие сигналы



- А) б, в
- Б) б, в, г
- В) а, б, в
- Г) а, б, г

Вопрос 12. Временная диаграмма усеченного ряда Фурье для меандра, содержащая три первых гармоники, имеет вид



- А) а
- Б) б
- В) в

Г) г

Вопрос 13. В соответствии с равенством Парсеваля средняя мощность периодического сигнала равна сумме

А) мощности постоянной составляющей и пиковых мощностей всех гармоник в разложении сигнала

Б) мощности постоянной составляющей и средних мощностей всех гармоник в разложении сигнала

В) пиковых мощностей всех гармоник в разложении сигнала

Г) средних мощностей всех гармоник в разложении сигнала

Вопрос 14. Выражение для энергетического спектра импульсного сигнала, спектральная плотность которого равна $F(j\omega)$, имеет вид

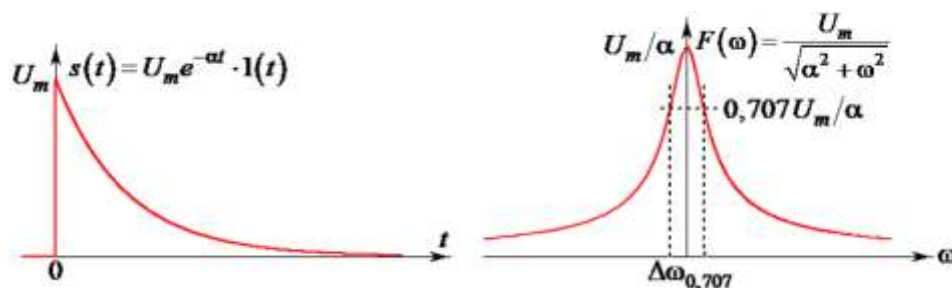
А) $|F(j\omega)|$

Б) $|F^*(j\omega)|$

В) $|F(j\omega)|^2$

Г) $F^2(j\omega)$

Вопрос 15. Известно, что амплитудный спектр экспоненциального импульса имеет вид



При этом значение ширины спектра по уровню 0,707 составляет

А) $\Delta\omega_{0,707} = \alpha$

Б) $\Delta\omega_{0,707} = 2\alpha$

В) $\Delta\omega_{0,707} = 0,707\alpha$

Г) $\Delta\omega_{0,707} = 1,41\alpha$

Вопрос 16. Выражения для корреляционной функции периодического сигнала имеют вид

А) $K(\tau) = \int_0^T s(t)s(t-\tau)dt$

Б) $K(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^\tau s(t)s(t+\tau)dt$

В) $K(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T s(t)s(t+\tau)dt$

$$\Gamma) K(\tau) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) s(t-\tau) dt$$

Вопрос 17. Выражения, определяющие связь корреляционной функции $K(\tau)$ и энергетического спектра $S(\omega)$ вещественного сигнала, имеют вид

$$A) K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau} d\omega$$

$$B) K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

$$B) K(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau} d\omega$$

$$\Gamma) K(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

Вопрос 18. Наименьшее значение произведения эффективной ширины энергетического спектра $\Delta f_{\text{эфф}}$ и времени корреляции τ_k равно

A) 1

Б) 0,5

В) 0,25

Г) $\pi/2$

Вопрос 19. Требование к скорости изменения амплитуды радиосигнала с аналоговой модуляцией

$$u(t) = U(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$$

можно записать в виде следующего неравенства

$$A) \left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq \frac{\omega_0}{2\pi} U(t)$$

$$B) \left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq U(t)$$

$$B) \left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq \omega_0$$

$$\Gamma) \left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq \omega_0 U(t)$$

Вопрос 20. К категории цифровых видов модуляции относятся

A) двоичная фазовая манипуляция

Б) широтно-импульсная модуляция

В) квадратурная амплитудная модуляция

Г) фазо-импульсная модуляция

Д) частотная манипуляция

Е) дельта-модуляция

Ж) квадратурная фазовая манипуляция

З) импульсно-кодовая модуляция

Вопрос 21. Выражения, описывающие амплитудно-модулированный радиосигнал с одной боковой полосой, имеют вид

А) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

Б) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

В) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$

Г) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) + \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$

Д) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$

Е) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$

Вопрос 22. Методами, которые используются для извлечения информационного сигнала из принятого радиосигнала с амплитудной модуляцией на приемной стороне канала радиосвязи с минимальными нелинейными искажениями, являются

А) синхронное детектирование

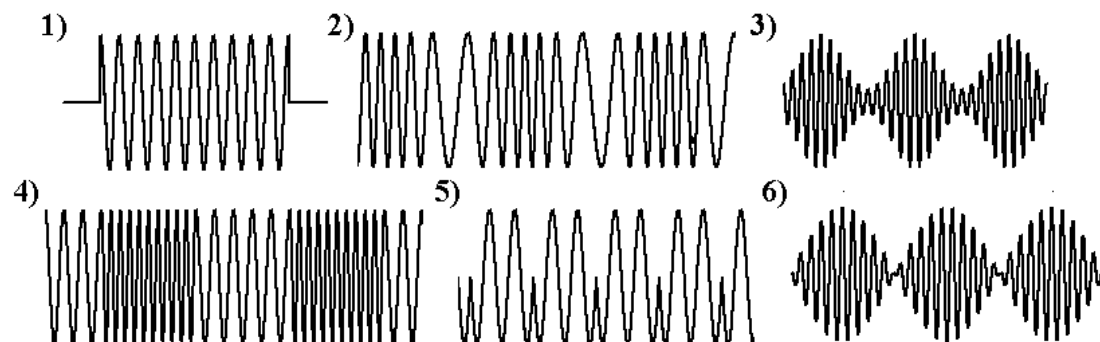
Б) нелинейное частотное детектирование

В) нелинейное фазовое детектирование

Г) нелинейное амплитудное детектирование в режиме слабого сигнала

Д) нелинейное амплитудное детектирование в режиме сильного сигнала

Вопрос 23. По приведенным временным диаграммам можно заключить, что следующие сигналы имеют угловую модуляцию



А) 1

Б) 2

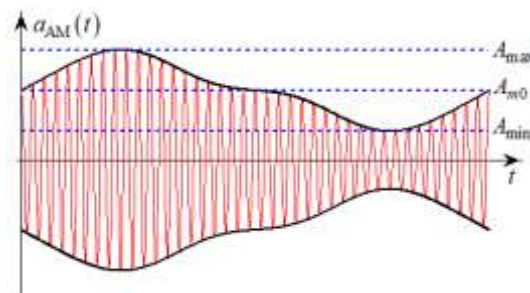
В) 3

Г) 4

Д) 5

Е) 6

Вопрос 24. Выражение для коэффициента амплитудной модуляции вверх имеет вид



А) $M_B = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{m0}}$

Б) $M_B = \frac{A_{\max} - A_{m0}}{A_{m0}}$

В) $M_B = \frac{A_{m0} - A_{\min}}{A_{m0}}$

Г) $M_B = \frac{A_{\min} - A_{m0}}{A_{m0}}$

Вопрос 25. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен через свои низкочастотные квадратуры

$$a(t) = A_c(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - A_s(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$$

Тогда выражения, определяющие простейшую огибающую радиосигнала, имеют вид

А) $A(t) = \sqrt{A_c(t) + A_s(t)}$

Б) $A(t) = |A_c(t) + j \cdot A_s(t)|$

В) $A(t) = \arg[A_c(t) + j \cdot A_s(t)]$

Г) $A(t) = \sqrt{A_c^2(t) + A_s^2(t)}$

Вопрос 26. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен через свои низкочастотные квадратуры

$$a(t) = A_c(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - A_s(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$$

Тогда выражение, определяющее приведенную начальную фазу радиосигнала, имеет вид

А) $\theta(t) = \arctg\left(\frac{A_c(t)}{A_s(t)}\right)$

Б) $\theta(t) = \arg(A_s(t) + j \cdot A_c(t))$

В) $\theta(t) = \arg(A_c(t) + j \cdot A_s(t))$

$$\Gamma) \theta(t) = \arctg\left(\frac{A_s(t)}{A_c(t)}\right)$$

Вопрос 27. Доля средней мощности однотонового ОБП радиосигнала с полной несущей, приходящаяся на несущее колебание, при глубине амплитудной модуляции 0,5 составляет

- А) 75%
- Б) 5,9%
- В) 80%
- Г) 94,1%

Вопрос 28. Выражение, описывающее связь индекса угловой модуляции m и девиации частоты ω_d для однотонового фазомодулированного радиосигнала, имеет вид

- А) $\omega_d = m \cdot \Omega$
- Б) $\omega_d = 2\pi \cdot m \cdot \Omega$
- В) $\Omega = m \cdot \omega_d$
- Г) $\Omega = 2\pi \cdot m \cdot \omega_d$

Вопрос 29. Число спектральных линий для однотонового фазомодулированного радиосигнала с индексом угловой модуляции $m=4$ составляет

- А) 4
- Б) 15
- В) 11
- Г) 9

Вопрос 30. Выражение, определяющее связь операторной функции $T(p)$ линейной радиотехнической цепи и ее импульсной характеристики $g(t)$, имеет вид

- А) $T(p) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \cdot e^{-pt} dt$
- Б) $T(p) = \int_0^{\infty} g(t) \cdot e^{-pt} dt$
- В) $T(p) = \int_0^{\infty} t \cdot g(t) \cdot e^{-pt} dt$
- Г) $T(p) = p \cdot \int_0^{\infty} g(t) \cdot e^{-pt} dt$

Вопрос 31. В основе метод интеграла наложения лежит использование следующих характеристик линейной радиотехнической цепи

- А) переходная характеристика
- Б) операторная функция цепи
- В) импульсная характеристика
- Г) комплексная функция цепи

Вопрос 32. Связь фазовых спектров сигналов на входе $\theta_{\text{вх}}(\omega)$ и выходе $\theta_{\text{вых}}(\omega)$ линейной радиотехнической цепи с фазо-частотной характеристикой $\theta(\omega)$ в рамках спектрального метода анализа описывается выражением вида

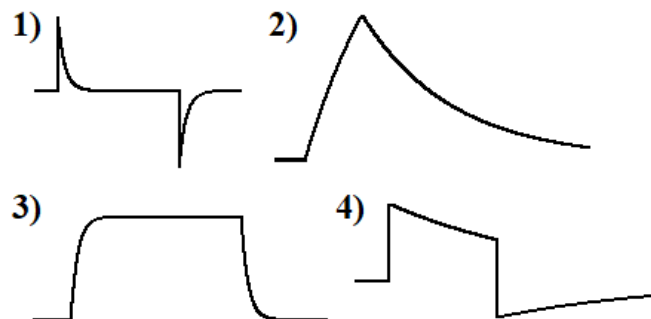
А) $\theta_{\text{вых}}(\omega) = \theta(\omega) \cdot \theta_{\text{вх}}(\omega)$

Б) $\theta_{\text{вых}}(\omega) = \theta_{\text{вх}}(\omega) - \theta(\omega)$

В) $\theta(\omega) = \theta_{\text{вх}}(\omega) + \theta_{\text{вых}}(\omega)$

Г) $\theta_{\text{вых}}(\omega) = \theta(\omega) + \theta_{\text{вх}}(\omega)$

Вопрос 33. Прямоугольный импульс поступает на вход дифференцирующей RC-цепи с постоянной времени $\tau = RC \ll \tau_{\text{имп}}$. Форма импульса на выходе данной цепи будет иметь вид



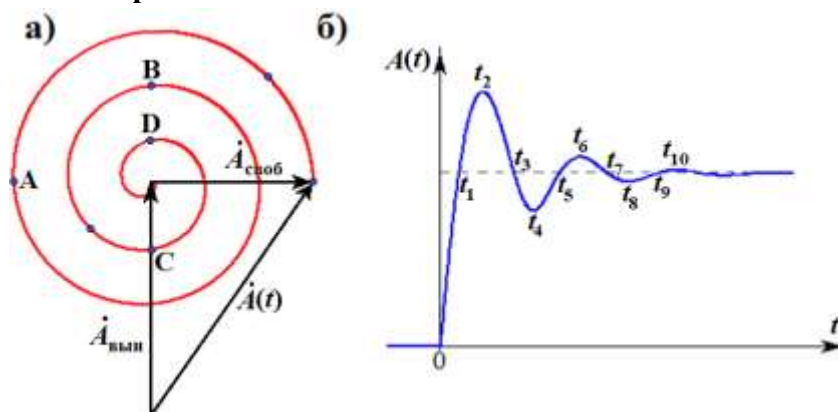
А) 1

Б) 2

В) 3

Г) 4

Вопрос 34. По заданным векторной диаграмме формирования огибающей радиосигнала на выходе резонансного усилителя с расстройкой частоты и временной диаграмме данной огибающей можно сделать вывод, что точке В на векторной диаграмме соответствует момент времени



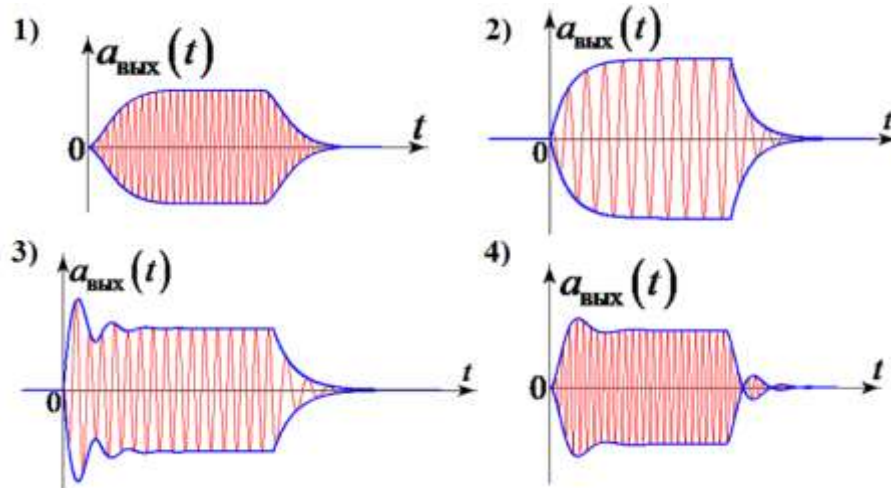
А) $t = t_2$

Б) $t = t_4$

В) $t = t_6$

Г) $t = t_7$

Вопрос 35. Пусть на вход полосового усилителя со связанными колебательными контурами поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, равной частоте настройки колебательных контуров усилителя. Тогда форма радиоимпульса на выходе полосового усилителя для фактора связи $A=2$ будет иметь вид



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 36. Пусть радиосигнал с частотной модуляцией, характеризующийся мгновенной частотой $\omega_{\text{вх}}(t)$, поступает на вход дифференцирующей цепи с АЧХ $K(\omega)$ и ФЧХ $\theta(\omega)$. Тогда выражение для мгновенной частоты выходного радиосигнала имеет вид

- А) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) \cdot K(\omega_{\text{вх}}(t))$
- Б) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) + \theta(\omega_{\text{вх}}(t))$
- В) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) + \theta'(\omega_{\text{вх}}(t))$
- Г) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) \cdot K'(\omega_{\text{вх}}(t))$

Приложение № 2

Задания по темам практических занятий

Практическое задание 1. «Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент»

Учебная цель: отработка навыка проведения анализа тока безынерционного нелинейного элемента.

Практическое задание 2. «Расчет нелинейного резонансного усилителя и умножителя частоты»

Учебная цель: отработка навыка задания режима работы и определения спектрального состава тока нелинейного элемента в составе резонансного усилителя или умножителя частоты, выбора параметров колебательной системы.

Практическое задание 3. «Расчет амплитудного модулятора смещением»

Учебная цель: отработка навыка задания режима работы и определения спектрального состава тока нелинейного элемента в составе амплитудного модулятора смещением.

Практическое задание 4. «Расчет амплитудного детектора»

Учебная цель: отработка навыка определения характеристик амплитудного детектора.

Практическое задание 5. «Расчет преобразователя частоты»

Учебная цель: отработка навыка определения характеристик преобразователя частоты.

Общей целью блока 2 практических занятий по разделу «**Параметрические радиотехнические цепи**» является отработка навыков расчета спектра тока параметрического сопротивления и параметрической емкости, характеристик одноконтурного параметрического усилителя.

Практическое задание 6. «Расчет параметрических цепей»

Учебная цель: отработка навыка определения характеристик параметрических цепей.

Общей целью блока 3 практических занятий по разделу «**Дискретная обработка сигналов. Цифровые фильтры**» является отработка навыков расчета характеристик линейных электрических цепей, содержащих магнитно-связанные элементы, в установившемся гармоническом режиме.

Представленные ниже практические задания предназначены для измерения индикатора ПКС-5.2.

Исходные данные для выполнения практических заданий блока 3, рекомендации по их выполнению представлены в **Приложении 10**, ключи с правильными ответами к заданиям представлены в **Приложении 11**.

Практическое задание 7. «Дискретизация периодических сигналов»

Учебная цель: отработка навыков разложения дискретных сигналов в ряд Фурье и их восстановления по коэффициентам разложения.

Практическое задание 8. «z-преобразование. Цифровые фильтры»

Учебная цель: отработка навыков нахождения z-преобразования дискретных сигналов и восстановления отсчетов дискретных сигналов по заданному z-преобразованию, анализа частотных характеристик цифрового фильтра.

Практическое задание 9. «Реализация алгоритмов цифровой фильтрации»

Учебная цель: отработка навыков синтеза схем цифровых фильтров.

Формулировка практических заданий блока 1
«Нелинейные радиотехнические цепи и методы их анализа»

Практическое задание 1. «Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. К резистивному (безынерционному) нелинейному элементу (НЭ), вольт-амперная характеристика которого описывается полиномом

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3,$$

приложено бигармоническое напряжение:

$$u(t) = U_0 + U_{m1} \cos(2\pi f_1 t) + U_{m2} \cos(2\pi f_2 t).$$

Требуется:

1. Определить ток НЭ амплитудный спектр тока.
2. Сделать выводы об особенностях спектра тока НЭ при бигармоническом воздействии на него.

Указание: воспользоваться тригонометрическими формулами понижения степени и произведения косинусов.

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 2. Выполнить числовые расчеты по результатам выполнения задания №1 в соответствии с исходными данными своего варианта для первой задачи курсовой работы (КР). Построить амплитудный спектр тока.

Задание № 3. К нелинейному безынерционному элементу, характеристика которого аппроксимирована полиномом:

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3 + a_4(u - U_0)^4 + a_5(u - U_0)^5$$

приложено напряжение

$$u(t) = U_0 + U_m \cos(2\pi f_0 t)$$

Определить амплитудный спектр тока.

Указание: воспользоваться тригонометрическими формулами понижения степени.

Задание № 4. К нелинейному безынерционному элементу, характеристика которого аппроксимирована полиномом:

$$i(u) = u + 0,1 \cdot u^2, \text{ мА}$$

приложена сумма гармонических напряжений с частотами 499; 500 и 501 кГц и амплитудами 1; 1,5 и 2 В соответственно.

Определить амплитудный спектр тока.

Указание: воспользоваться тригонометрическими формулами понижения степени и произведения косинусов.

Практическое задание 2. «Расчет нелинейного резонансного усилителя и умножителя частоты»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. К входу резонансного усилителя мощности ($n=1$) или умножителя частоты с заданной кратностью умножения $n > 1$, выполненного на полевом транзисторе, приложено напряжение $u(t) = U_0 + U_m \cos(2\pi f_0 t)$. Проходная характеристика транзистора аппроксимирована кусочно-линейной функцией

$$i(u) = \begin{cases} S(u - U_n), & u \geq U_n \\ 0, & u < U_n \end{cases}.$$

Транзистор работает с отсечкой тока, причем амплитуда импульса тока стока I_m считается заданной. Резонансный контур настроен на частоту n -й гармоники тока транзистора. Резонансный усилитель (умножитель частоты) должен развивать в контуре заданную колебательную мощность P , причем составляющая напряжения n -й гармоники должна быть больше составляющей напряжения любой другой гармоники, по крайней мере, на 30 дБ.

Требуется:

1. Определить оптимальный угол отсечки $\theta_{\text{опт}}$ тока НЭ и найти соответствующие ему смещение U_0 и амплитуду возбуждения U_m .
2. Определить спектр тока НЭ при $\theta_{\text{опт}}$ и построить его.
3. Определить параметры контура, считая, что добротность контура определяется нагрузкой, подключаемой к контуру параллельно.

Указание: оптимальный угол отсечки должен соответствовать максимуму амплитуды соответствующей гармоники тока; при определении спектрального состава воспользоваться коэффициентами Берга; при расчете параметров контура считать его высокодобротным.

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 2. Выполнить числовые расчеты по результатам выполнения задания №1 в соответствии с исходными данными своего варианта для второй задачи курсовой работы (КР). Построить амплитудный спектр тока.

Задание № 3. Пусть для нелинейного резонансного усилителя известны $S = 2 \text{ А/В}$, $U_n = 0,6 \text{ В}$. Требуется получить амплитуду импульса тока $I_m = 1 \text{ А}$ и угол отсечки $\theta = 60^\circ$. Рассчитать необходимое смещение U_0 и амплитуду возбуждения U_m .

Указание: воспользоваться формулой для угла отсечки и связью амплитуд напряжения возбуждения и импульса тока.

Задание № 4. Определить требуемую добротность колебательного контура, при которой амплитуда напряжения первой гармоники на выходе нелинейного элемента будет ниже амплитуды второй гармоники на 50 дБ, если угол отсечки выбран оптимально.

Указание: при определении спектрального состава воспользоваться коэффициентами Берга; при расчете параметров контура считать его высокодобротным.

Практическое задание 3. «Расчет амплитудного модулятора смещением»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. Характеристика нелинейного элемента в амплитудном модуляторе задана уравнением:

$$i(u) = b_0 + b_1 u + b_2 u^2.$$

К нелинейному элементу прикладывается напряжение

$$u(t) = U_0 + U_m \cos(2\pi f_0 t).$$

Получить выражение статической модуляционной характеристики $I_1 = f(U_0)$.

Указание: воспользоваться тригонометрической формулой понижения степени.

Задание № 2. По заданной в табличном виде статической модуляционной характеристике определить величину постоянного смещения и максимальную амплитуду модулирующего сигнала, при которых возможно получение амплитудно-модулированного радиосигнала без нелинейных искажений с максимальной глубиной амплитудной модуляции. Найти данную глубину модуляции.

U_0 , мВ	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$U_{\text{вых}}$, мВ	2,1	2,25	6	22,5	52	98	160	225	295	380
U_0 , мВ	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
$U_{\text{вых}}$, мВ	460	540	620	700	780	840	900	920	920	920

Указание: построить статическую модуляционную характеристику, определить границы линейного участка и найти его середину.

Задание № 3. Транзистор, используемый в амплитудном модуляторе смещением, имеет вольт-амперную характеристику с изломом в точке $U_H = 0,6$ В. Амплитуда несущего колебания на входе составляет $U_{m0} = 0,4$ В, амплитуда модулирующего сигнала $U_\Omega = 0,1$ В, начальное смещение выбрано равным $U_0 = U_H = 0,6$ В. Определить глубину амплитудной модуляции.

Указание: воспользоваться формулами для угла отсечки, амплитуды первой гармоники напряжения и глубины амплитудной модуляции.

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 4. По заданной в табличном виде статической модуляционной характеристике определить величину постоянного смещения и максимальную амплитуду модулирующего сигнала, при которых возможно получение амплитудно-модулированного радиосигнала без нелинейных искажений с максимальной глубиной амплитудной модуляции. Найти данную глубину модуляции.

U_0 , мВ	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$U_{\text{вых}}$, мВ	5,2	19	46	86	160	220	290	360	440	520
U_0 , мВ	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
$U_{\text{вых}}$, мВ	680	780	840	920	940	940	940	940	960	960

Указание: построить статическую модуляционную характеристику, определить границы линейного участка и найти его середину.

Задание № 5. В амплитудном модуляторе применен нелинейный элемент с ВАХ вида

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

К нему приложено напряжение

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t) + U_\Omega \cos(\Omega t) + U_0.$$

Определить коэффициент модуляции тока.

Задание № 6. Вольтамперная характеристика полевого транзистора в амплитудном модуляторе задана выражением:

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < -6 \text{ В} \\ 2(u + 6)^2, & u \geq -6 \text{ В} \end{cases} \text{ (мА)}.$$

На транзистор подано напряжение $u(t) = -3 + 1,5 \cos(\Omega t) + 0,5 \cos(\omega_0 t)$ (В), причем $\omega_0 \ll \Omega$. Определить коэффициент модуляции тока.

Практическое задание 4. «Расчет амплитудного детектора»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. В коллекторном детекторе ВАХ транзистора при малых амплитудах аппроксимируется полиномом

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

К нелинейному элементу прикладывается напряжение

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t) + U_0.$$

Получить выражение для статической характеристики детектирования $I_0 = f(U_m)$.

Задание № 2. ВАХ диода в амплитудном детекторе при малых воздействиях аппроксимируется полиномом

$$i(u_d) = b_1 u_d + b_2 u_d^2.$$

Соппротивление нагрузки R известно. Найти характеристику детектирования, коэффициент передачи и входное сопротивление детектора.

Указание: считать, что к диоду приложено гармоническое напряжение.

Задание № 3. Пусть некоторый амплитудный детектор имеет квадратичную характеристику детектирования $U_0 = c U_m^2$. Рассмотреть детектирование радиосигнала $u(t) = U_{m0} [1 + M \cos(\Omega t)] \cos(\omega_0 t)$. Найти спектральный состав низкочастотных компонент выходного напряжения и коэффициент нелинейных искажений при детектировании.

Указание: для определения коэффициента нелинейных искажений определить коэффициент гармоник

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 4. Диодный детектор имеет параметры: $R_n = 18 \text{ кОм}$, $S = 10 \text{ мА/В}$. Определить коэффициент детектирования данного устройства в режиме сильного сигнала.

Указание: воспользоваться формулами для угла отсечки и коэффициента детектирования.

Задание № 5. Характеристика нелинейного элемента в амплитудном детекторе задана уравнением:

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3.$$

К нелинейному элементу прикладывается напряжение

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t) + U_0.$$

Получить выражение статической характеристики детектирования $I_0 = f(U_m)$.

Задание № 6. Статическая характеристика детектирования диодного амплитудного детектора задана в табличном виде:

U_m , мВ	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	500	1000
U_0 , мВ	6	16	32	51	73	100	120	150	170	210	600	1400
U_m , мВ	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	—
U_0 , мВ	2200	2900	3800	4600	5200	6000	6800	7600	8200	9000	9800	—

На вход диодного детектора поступает амплитудно-модулированный радиосигнал

$$u(t) = 4 \cdot [1 + 0,4 \cos(\Omega t)] \cos(\omega_0 t)$$

Построить характеристику детектирования. Определить коэффициент детектирования в рабочей точке. Рассчитать амплитуду низкочастотного напряжения на выходе амплитудного детектора.

Указание: определить минимальное и максимальное значения радиосигнала на входе детектора и найти соответствующие положения рабочей точки на графике характеристики детектирования. По ординатам данных границ определить размах и амплитуду выходного низкочастотного колебания.

Практическое задание 5. «Расчет преобразователя частоты»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. В преобразователе частоты использован полевой транзистор с проходной вольтамперной характеристикой

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

Пусть $u(t) = U_0 + U_r \cos(\omega_r t) + U_c \cos(\omega_c t)$. Найти амплитуду тока промежуточной частоты.

Задание № 2. Вольтамперная характеристика транзистора в преобразователе частоты аппроксимирована ломаной прямой

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < U_0 \\ S(u - U_0), & u \geq U_0 \end{cases}$$

На базу транзистора подано напряжение

$$u(t) = U_0 + U_r \cos(\omega_r t) + U_c \cos(\omega_c t),$$

причем $U_c \ll U_r$. Определите амплитуду тока промежуточной частоты $\omega_{\Pi} = \omega_r + \omega_c$.

Указание: найти дифференциальную крутизну и разложить ее в ряд Фурье; воспользоваться разложением тока в ряд Тейлора по степеням малого сигнала.

Задание № 3. В преобразователе частоты использован полевой транзистор с проходной вольтамперной характеристикой

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3.$$

Пусть $u(t) = U_0 + U_{c1} \cos(\omega_{c1}t) + U_{c2} [1 + M \cdot \cos(\Omega t)] \cos(\omega_{c2}t)$. Показать, что взаимодействие двух сигналов в нелинейном элементе приводит к переносу модуляции с частоты ω_{c2} на частоту ω_{c1} . Оценить коэффициент нелинейных искажений, возникающих при переносе модуляции.

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 4. Нелинейный двухполюсник имеет кубическую ВАХ

$$i(u) = a_3(u - U_0)^3.$$

Входное напряжение является суммой трех гармонических колебаний:

$$u(t) = U_0 + U_{m1} \cos(\omega_1 t) + U_{m2} \cos(\omega_2 t) + U_{m3} \cos(\omega_3 t).$$

Найти частоты всех комбинационных составляющих тока.

Задание № 5. Получить формулу крутизны преобразования преобразователя частоты, в котором нелинейный элемент имеет кусочно-линейную ВАХ:

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < U_0 \\ S(u - U_0), & u \geq U_0 \end{cases}$$

Указание: найти дифференциальную крутизну и разложить ее в ряд Фурье; выделить первую гармонику крутизны и взять ее половину.

Задание № 6. Получить оценки амплитуд двух взаимодействующих в преобразователе частоты сигналов, при которых использование комбинационных составляющих тока второго порядка не вызывает нелинейных искажений.

Формулировка практических заданий блока 2 «Параметрические радиотехнические цепи»

Практическое задание 6. «Расчет параметрических цепей»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. В одноконтурном параметрическом усилителе дифференциальная емкость контура изменяется по закону

$$C(t) = C_0 [1 + m \cdot \cos(\omega_n t + \theta_n)].$$

Внутренняя проводимость генератора G_{Γ} , пересчитанная параллельно контуру, и проводимость нагрузки G_H одинаковы. Контур настроен на частоту $\omega_0 = \omega_n/2$.

Считая, что фаза накачки подобрана оптимально, определить коэффициент модуляции емкости m , при котором коэффициент усиления мощности равен заданному значению K_P . Рассчитать величину требуемой индуктивности, начальную добротность контура и добротность регенерированного контура. Определить, при каком значении m возникают автоколебания.

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 2. Выполнить числовые расчеты по результатам выполнения задания №1 в соответствии с исходными данными своего варианта для третьей задачи курсовой работы (КР).

Задание № 3. Дифференциальная параметрическая емкость изменяется по закону

$$C(t) = 100 + 5 \cos(10^7 t) \text{ (пФ)}.$$

К емкости приложено напряжение $u(t) = 10 \cos(10^6 t)$ (мВ). Найти и построить спектр тока.

Задание № 4. К резистору, сопротивление которого изменяется по закону

$$R(t) = 100 + 10 \cos(10^4 t) \text{ (Ом)},$$

приложено напряжение $u(t) = 10 \cos(10^6 t)$ (В). Найти и построить спектр тока.

Указание: воспользоваться разложением тока в ряд Тейлора по степеням малого сигнала.

Формулировка практических заданий блока 3 «Дискретная обработка сигналов. Цифровые фильтры»

Практическое задание 7. «Дискретизация периодических сигналов»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. Дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан шестью равноотстоящими отсчетами $\{x_k\} = (1, 1, 1, 0, 0, 0)$. Найти коэффициенты дискретного преобразования Фурье этого сигнала. Восстановите исходный сигнал по найденным коэффициентам и постройте график полученного сигнала. Отобразите отсчеты исходного сигнала на данном графике.

Задание № 2. Дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан шестью равноотстоящими отсчетами $\{x_k\} = (1, 1, 1, 1, 0, 0)$. Найти коэффициенты дискретного преобразования Фурье этого сигнала, используя свойства коэффициентов данного преобразования. Восстановите исходный сигнал по найденным коэффициентам и постройте график полученного сигнала. Отобразите отсчеты исходного сигнала на данном графике.

Задание № 3. Дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан восьмью равноотстоящими отсчетами $\{x_k\} = (1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1)$. Найти коэффициенты быстрого преобразования Фурье. По найденным коэффициентам восстановите отсчеты исходного сигнала и сравните полученный результат с исходными данными.

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 4. Дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан шестью равноотстоящими отсчетами $\{x_k\} = (1, 1, 0, 1, 1, 1)$. Найти коэффициенты дискретного преобразования Фурье этого сигнала. Восстановите исходный сигнал по найденным коэффициентам и постройте график полученного сигнала. Отобразите отсчеты исходного сигнала на данном графике.

Задание № 5. Дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан шестью

равноотстоящими отсчетами $\{x_k\} = (1, 1, 0, 0, 0, 1)$. Найти коэффициенты дискретного преобразования Фурье этого сигнала, используя свойства коэффициентов данного преобразования. Восстановите исходный сигнал по найденным коэффициентам и постройте график полученного сигнала. Отобразите отсчеты исходного сигнала на данном графике.

Задание № 6. Дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан восьмью равноотстоящими отсчетами $\{x_k\} = (1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 1)$. Найти коэффициенты быстрого преобразования Фурье. По найденным коэффициентам восстановите отсчеты исходного сигнала и сравните полученный результат с исходными данными.

Практическое задание 8. «z-преобразование. Цифровые фильтры»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. Задано z-преобразование дискретного сигнала вида

$$X(z) = \frac{z^5 + z^3 + z + 1}{z^5}.$$

Найти коэффициенты дискретного сигнала $\{x_k\}$, отвечающего этой функции.

Задание № 2. Задано z-преобразование дискретного сигнала вида

$$X(z) = \frac{z}{z^2 + 1}.$$

Найти коэффициенты дискретного сигнала $\{x_k\}$, отвечающего этой функции.

Задание № 3. Исследовать частотные характеристики трансверсального цифрового фильтра второго порядка, выполняющего усреднение текущего значения выходного сигнала и двух предшествующих отсчетов по формуле

$$y_k = \frac{1}{3} \cdot (x_k + x_{k-1} + x_{k-2}).$$

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 4. Алгоритм работы трансверсального цифрового фильтра второго порядка задан уравнением:

$$s_{\text{вых}}(mT) = a_0 s(mT) + a_1 s[(m-1)T] + a_2 s[(m-2)T].$$

Требуется:

1. Найти импульсную характеристику фильтра.
2. Определить и построить амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики.
3. Найти реакцию фильтра на входной сигнал, отсчеты которого заданы соотношением

$$s(mT) = A_0 \cos\left(2\pi \frac{mT}{T_0}\right).$$

Выполнить числовые расчеты в соответствии с исходными данными своего варианта для пятой задачи курсовой работы (КР).

Задание № 5. Задано z-преобразование дискретного сигнала вида

$$X(z) = \frac{1}{z^3 + 1}.$$

Найти коэффициенты дискретного сигнала $\{x_k\}$, отвечающего этой функции.

Задание № 6. Цифровой фильтр имеет импульсную характеристику, состоящую из двух ненулевых отсчетов

$$\{g_k\} = (1, -1, 0, 0, \dots).$$

Вычислить частотный коэффициент передачи фильтра. Построить и проанализировать амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики.

Практическое задание 9. «Реализация алгоритмов цифровой фильтрации»

Задания для разбора на практическом занятии

Задание № 1. Рассмотреть синтез трансверсального и рекурсивного цифровых фильтров, подобных динамической системе первого порядка с импульсной характеристикой вида

$$g(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ e^{-t/\tau}, & t > 0 \end{cases}$$

Провести сравнительный анализ частотных характеристик трансверсального и рекурсивного фильтров.

Задание № 2. Рассмотреть синтез рекурсивного цифрового фильтра, отвечающего колебательной динамической системе второго порядка, описываемого дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2\alpha \frac{dy(t)}{dt} + \omega_0^2 y(t) = x(t).$$

Построить схему рекурсивного цифрового фильтра.

Задание № 3. Синтезировать цифровой фильтр с частотной характеристикой, подобной характеристике аналогового ФНЧ второго порядка типа Баттерворта. Частота среза для цифрового фильтра 1500 рад/с. Частота дискретизации 10000 рад/с.

Задания для самостоятельной проработки

Задание № 4. Рассмотреть синтез трансверсального и рекурсивного цифровых фильтров, подобных динамической системе первого порядка с импульсной характеристикой вида

$$g(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \frac{t}{\tau} \cdot e^{-t/\tau}, & t > 0 \end{cases}$$

Провести сравнительный анализ частотных характеристик трансверсального и рекурсивного фильтров.

Задание № 5. Рассмотреть синтез рекурсивного цифрового фильтра, отвечающего колебательной динамической системе второго порядка, описываемого дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2\alpha \frac{dy(t)}{dt} + \omega_0^2 y(t) = \frac{dx(t)}{dt}.$$

Построить схему рекурсивного цифрового фильтра.

Задание № 6. Синтезировать цифровой фильтр с частотной характеристикой, подобной характеристике аналогового ФНЧ второго порядка типа Чебышева. Частота среза для цифрового фильтра 1500 рад/с. Частота дискретизации 10000 рад/с.

Приложение № 3

Задания и контрольные вопросы для лабораторного практикума

Осенний семестр

Лабораторная работа 1. «Исследование спектров периодических сигналов».

Учебная цель: исследование спектров периодических сигналов.

Лабораторная работа 2. «Исследование спектров радиосигналов».

Учебная цель: исследование спектров радиосигналов.

Лабораторная работа 3: «Прохождение радиоимпульсов через линейные избирательные системы».

Учебная цель: исследование искажений формы, огибающей радиоимпульсов при прохождении их через линейный резонансный усилитель и полосовой усилитель со связанными колебательными контурами.

Лабораторная работа 4. «Прохождение амплитудно-модулированных колебаний через линейные избирательные системы».

Учебная цель: исследование частотных искажений, возникающих при прохождении амплитудно-модулированных сигналов через резонансный усилитель и полосовой усилитель со связанными колебательными контурами.

Весенний семестр

Лабораторная работа 5. «Исследование нелинейного резонансного усилителя и умножителя частоты».

Учебная цель: исследование физических процессов в нелинейном резонансном усилителе и умножителе частоты; расчет и проверка режима работы нелинейного резонансного каскада; снятие колебательных характеристик.

Лабораторная работа 6. «Исследование амплитудной модуляции и амплитудного детектирования».

Учебная цель: снятие модуляционных характеристик амплитудного модулятора; расчет и проверка режима работы модулятора, снятие характеристики детектирования диодного амплитудного детектора.

Лабораторная работа 7. «Исследование нелинейного преобразователя суммы узкополосных сигналов».

Учебная цель: исследование нелинейных явлений при воздействии на нелинейный элемент суммы узкополосных сигналов (преобразования частоты, подавления (усиления) слабого сигнала сильным, перекрестной модуляции).

Осенний семестр

Лабораторная работа 1. «Исследование спектров периодических сигналов».

Содержание работы:

1. Нелинейные искажения гармонического сигнала.
2. Полнота системы ортогональных функций.
3. Сходимость ряда Фурье в среднем и сходимость в точке.
4. Ряд Фурье с исключительно нечетными гармониками. Зеркальная симметрия.
5. Постоянная и переменная составляющие сигнала.
6. Положение сигнала на оси времени и фазовый спектр.
7. Периодические последовательности импульсов различных форм.
8. Периодическая последовательность коротких импульсов.

Контрольные вопросы:

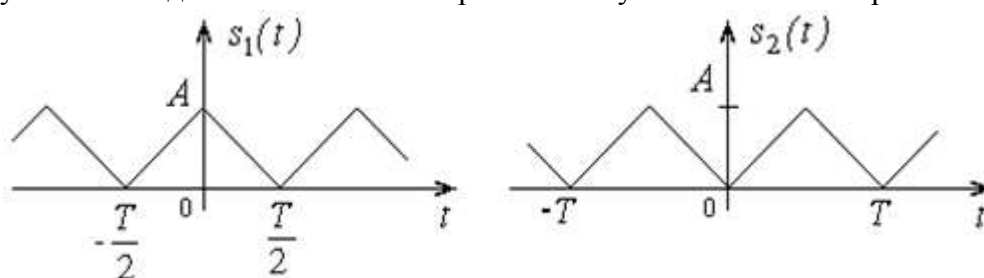
1. Запишите известные Вам формы ряда Фурье периодического сигнала. Как определяются коэффициенты ряда?
2. Дайте определение амплитудного и фазового спектров периодического сигнала. Как эти спектры представляются графически?
3. Какой смысл имеет амплитуда n -ой гармоники периодического сигнала? Докажите, что она может быть вычислена по формуле:

$$\dot{A}_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) e^{-jn\Omega t} dt$$

4. Докажите, что при смещении сигнала на время t_0 амплитудный спектр не изменяется. Как изменится фазовый спектр?
5. Докажите, что для четного периодического сигнала $s(t)$ комплексные амплитуды $\dot{A}_n$ принимают только вещественные значения. Означает ли это, что все начальные фазы равны нулю?
6. Докажите, что для нечетного периодического сигнала $s(t)$ комплексные амплитуды $\dot{A}_n$ принимают только мнимые значения. Какие значения могут принимать начальные фазы ψ_n ?
7. Докажите, что любой зеркально симметричный сигнал не содержит в спектре четных гармоник. Для этого покажите, что:

$$a_{2k} = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} s(t) \cos(2k\Omega t) dt = 0, \quad b_{2k} = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} s(t) \sin(2k\Omega t) dt = 0$$

8. Чем отличаются амплитудные и фазовые спектры сигналов $s_1(t)$ и $s_2(t)$? Можно ли по виду сигналов сделать заключение о равенстве нулю каких-либо гармоник?



9. Докажите, что сигналы $s_1(t)$ и $s_2(t) = s_1(-t)$ имеют одинаковые амплитудные спектры. Найдите связь фазовых спектров.

10. Докажите, что если периодический сигнал формируется как периодическое повторение некоторого импульса с известной спектральной плотностью $F(j\omega)$, то комплексные амплитуды гармоник выражаются как:

$$\dot{A}_n = \frac{2}{T} F(jn\Omega)$$

11. Дайте физическую трактовку равенства Парсеваля.

12. Почему при больших номерах гармоник амплитуды гармоник периодического сигнала в среднем должны убывать до нуля?

13. При аппроксимации сигнала конечным числом членов ряда Фурье получается некоторая ошибка. Как количественно оценить ошибку аппроксимации?

14. Нарисуйте спектр амплитуд периодической последовательности прямоугольных импульсов при скважности $Q = 5$. Как изменится спектр, если:

- период увеличить вдвое при сохранении длительности импульса?
- длительности импульса увеличить вдвое при сохранении периода?

Нарисуйте соответствующие графики.

15. Сравните амплитудные спектры периодических последовательностей импульсов прямоугольной и треугольной форм при одинаковых амплитудах, одинаковых площадях импульсов и одинаковых периодах. С чем Вы связываете тот факт, что для удовлетворительной аппроксимации последовательности треугольных импульсов требуется меньшее число слагаемых?

16. Нарисуйте спектры амплитуд и фаз сигнала:

$$s(t) = A \cos(\omega_0 t) + A \sin(\pi \omega_0 t).$$

Является ли такой сигнал периодическим?

17. На вход линейной системы с передаточной функцией

$$K(j\omega) = K_0 e^{-j\omega t_0}$$

подается некоторый периодический сигнал. Чем выходной сигнал отличается от входного? Укажите связь спектров выходного и входного сигналов.

18. На вход идеального фильтра нижних частот с передаточной функцией

$$K(j\omega) = \begin{cases} K_0 e^{-j\omega t_0}, & |\omega| \leq \omega_B \\ 0, & |\omega| > \omega_B \end{cases}$$

подается периодическая последовательность прямоугольных импульсов при скважности $Q = 5$. Нарисуйте осциллограммы входного и выходного сигналов для $\omega_B = 15\Omega$.

19. На вход разделительной RC-цепи с передаточной функцией

$$K(j\omega) = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

подается периодическая последовательность унipoлярных прямоугольных импульсов при скважности $Q = 4$. Нарисуйте схему цепи. Нарисуйте осциллограммы входного и выходного сигналов для $RC \gg 1/\Omega$. Что разделяет данная цепь?

Лабораторная работа 2. «Исследование спектров радиосигналов».

Содержание работы:

1. Наложение двух гармонических колебаний. Биения двух колебаний с близкими частотами.

2. Радиосигнал с тональной амплитудной модуляцией.

3. Радиосигнал со сложной амплитудной модуляцией.

4. Однополосная модуляция.

5. Радиосигнал с угловой модуляцией. Малый индекс.

6. Колебание с амплитудно-фазовой модуляцией.

7. Радиосигнал с частотной модуляцией. Произвольный индекс.

8. Фазоманипулированный радиосигнал.

9. Периодическая последовательность гауссовых радиоимпульсов.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под радиосигналами? Для чего они нужны?

2. Постройте математическую модель радиосигнала с амплитудной модуляцией для заданного модулирующего сигнала $s(t)$. Что Вы называете коэффициентом амплитудной модуляции?

3. Как Вы понимаете термин «мгновенная частота» радиосигнала?

4. Постройте математическую модель радиосигнала с частотной модуляцией для заданного модулирующего сигнала $s(t)$.

5. Постройте математическую модель радиосигнала с фазовой модуляцией для заданного модулирующего сигнала $s(t)$. Как изменяется мгновенная частота?

6. Почему радиосигналы с ЧМ и ФМ называются сигналами с угловой модуляцией? В чем заключается сходство и различие радиосигналов с ЧМ и ФМ?

7. Чем отличается манипуляция от модуляции? Приведите примеры манипулированных сигналов.

8. Получите и нарисуйте спектры амплитуд и фаз АМ радиосигнала при тональной модуляции.

9. Получите и нарисуйте спектры амплитуд и фаз радиосигнала:

$$a(t) = A_0 [1 - 0,4 \cos(\Omega t) - 0,3 \cos(2\Omega t)] \cos\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{4}\right).$$

Чему равны парциальные коэффициенты модуляции? Имеет ли место перемодуляция?

10. Чем определяется ширина спектра АМ радиосигнала?

11. Для чего применяются радиосигналы с одной боковой полосой?

12. Укажите математическую модель радиосигнала с одной боковой полосой и полной

несущей.

13. Укажите математическую модель радиосигнала с одной боковой полосой и частично подавленной несущей.

14. В телевизионном вещании для передачи сигнала изображения применяется ОБП радиосигнал с полной несущей, а в радиовещании - обычный АМ радиосигнал. Почему это делается? Почему не делается наоборот?

15. В метровом диапазоне для радиовещания применяется частотная модуляция. Почему такой вид модуляции не применяется в километровом диапазоне?

16. Пусть для периодического модулирующего сигнала $s(t)$ без постоянной составляющей радиосигнал сформирован как

$$a(t) = s(t) \cos(\omega_0 t + \theta_0).$$

Как Вы назовете такой вид модуляции? Изобразите вариант спектров $s(t)$ и $a(t)$.

17. Объясните смысл понятий девиация частоты и индекс радиосигнала с угловой модуляцией.

18. Получите и нарисуйте спектры амплитуд и фаз радиосигнала при тональной угловой модуляции с малым индексом. Постройте векторную диаграмму и покажите, что при суммировании трех компонент в самом деле получается сигнал с угловой, а не с амплитудной модуляцией.

19. Получите и нарисуйте спектры амплитуд и фаз радиосигнала при тональной угловой модуляции с произвольным индексом.

20. Нарисуйте векторные диаграммы радиосигналов при тональной угловой модуляции с индексами $m = 1,57$ и $m = 3,14$.

21. Для вещательных радиостанций с частотной модуляцией установлена девиация частоты 75 кГц. В каких пределах мог бы изменяться индекс модуляции, если бы радиостанция передавала чистый слышимый тон? Чему равна ширина спектра?

22. Пусть для радиотелеграфии взята частотная манипуляция. Пусть нажатому телеграфному ключу соответствует частота $\omega_0 + \omega_d$, а отжатому – частота $\omega_0 - \omega_d$. Сдвиг частоты мал ($\omega_d \ll \omega_0$). Пусть оператор передает только точки. Как будет изменяться полная фаза радиосигнала? Как определить индекс, если скорость передачи составляет F точек/с.

23. Получите и нарисуйте спектры амплитуд и фаз радиосигнала при фазовой манипуляции, когда модулирующая функция есть меандр.

Лабораторная работа 3: «Прохождение радиоимпульсов через линейные избирательные системы».

Содержание работы:

1. Измерение АЧХ резонансного усилителя.
2. Исследование прохождения прямоугольных радиоимпульсов через резонансный усилитель при резонансном воздействии.
3. Исследование прохождения прямоугольных радиоимпульсов через резонансный усилитель при расстройке контура.
4. Измерение АЧХ полосового усилителя со связанными контурами.

5. Исследование прохождения прямоугольных радиоимпульсов через полосовой усилитель при резонансном воздействии.

6. Исследование прохождения прямоугольных радиоимпульсов через полосовой усилитель при расстройке контура.

Контрольные вопросы:

1. Какой спектр имеет радиоимпульс с прямоугольной огибающей? Как определяется и чему равна ширина спектра?

2. Что такое узкополосный сигнал? Приведите примеры.

3. Что такое узкополосная цепь? Приведите примеры. Укажите назначение таких цепей.

4. Как Вы понимаете термин «аналитический сигнал» применительно к некоторому узкополосному сигналу? Приведите пример.

5. Что понимается под термином «комплексная огибающая сигнала»? Для каких сигналов применим этот термин? Как комплексная огибающая связана с огибающей? Приведите пример.

6. Дайте Ваше понимание понятия «мгновенная частота» узкополосного сигнала. Содержит ли какие-нибудь сведения о мгновенной частоте комплексная огибающая?

7. При каком условии сигнал

$$a(t) = A_0 e^{-\alpha t} \cos(\omega_0 t + \theta_0) \cdot 1(t)$$

можно считать узкополосным? Запишите выражение комплексной огибающей, огибающей и мгновенной частоты.

8. Что понимается под неискаженной передачей сигнала через линейную цепь? Укажите и докажете условия неискаженной передачи. Нужна ли бесконечная полоса пропускания?

9. Как Вы понимаете неискаженную передачу радиосигнала через узкополосную линейную цепь? Насколько корректна постановка вопроса? В чем заключается важность подобной постановки для практики?

10. Какую АЧХ имеет резонансный усилитель с высокочастотным контуром? Нарисуйте графики. При каких спектрах входных радиосигналов будет наблюдаться неискаженная передача?

11. Какой вид имеют свободные колебания в высокочастотном колебательном контуре? Чему равна частота колебаний? Чем и как определяется постоянная времени контура?

12. Как изменяется огибающая выходного колебания резонансного усилителя при включении на его входе гармонического воздействия? Нарисуйте графики для случаев наличия и отсутствия расстройки. Объясните результаты с помощью векторных диаграмм с учетом свободных и вынужденных колебаний.

13. Дайте определение времени нарастания огибающей выходного колебания узкополосного усилителя. Найдите связь времени нарастания и полосы пропускания одноконтурного резонансного усилителя.

14. Какие формы имеют радиоимпульсы на выходе резонансного усилителя, когда на вход подаются прямоугольные радиоимпульсы?

15. Покажите, что при выборе полосы пропускания резонансного усилителя, равной ширине главного лепестка спектра входного прямоугольного радиоимпульса, в длительности импульса уложатся 2π постоянных времени. Нарисуйте для этого случая форму выходного радиоимпульса.

16. Пусть рассматривается гипотетический радиоприемник с частотными характеристиками одиночного колебательного контура. Пусть задачей приемника является обнаружение наличия прямоугольного радиоимпульса в смеси с белым шумом. Как бы Вы выбрали полосу пропускания по сравнению с шириной главного лепестка спектра?

17. Какие АЧХ имеет полосовой усилитель с двумя одинаковыми связанными высокодобротными контурами при различных факторах связи? Нарисуйте графики.

18. Пусть для полосового усилителя с двумя одинаковыми связанными высокодобротными контурами экспериментально получена АЧХ. Пусть известна добротность контуров. Найдите способы оценки фактора связи. Рассмотрите случаи связи, меньшие и большие критической.

19. Какой вид имеют свободные колебания в полосовом усилителе с двумя одинаковыми связанными высокодобротными контурами при различных факторах связи? Что понимается под частотами связи? Как они выражаются?

20. Почему биения составляющих с частотами связи свободного процесса в связанных контурах реально наблюдаются лишь при достаточно больших факторах связи? Попытайтесь дать численную оценку фактора связи, ниже которого будет наблюдаться лишь один всплеск огибающей.

21. Как изменяется огибающая выходного колебания полосового усилителя со связанными контурами при включении на его входе гармонического воздействия? Нарисуйте графики для различных факторов связи.

22. Какова форма радиоимпульсов на выходе усилителя с системой связанных контуров при связи меньше, больше и равной критической?

Лабораторная работа 4. «Прохождение амплитудно-модулированных колебаний через линейные избирательные системы».

Содержание работы:

1. Исследование прохождения амплитудно-модулированного радиосигнала через резонансный усилитель при точной настройке контура на несущую частоту.

2. Исследование прохождения амплитудно-модулированного радиосигнала через резонансный усилитель при расстройке контура.

3. Исследование прохождения амплитудно-модулированного радиосигнала через полосовой усилитель с системой связанных контуров при настройке усилителя на несущую частоту.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение радиосигнала с амплитудной модуляцией. Постройте модель радиосигнала для передаваемого сообщения $s(t)$.

2. Запишите выражение для радиосигнала с амплитудной модуляцией при модуляции одним тоном и несколькими тонами.

3. Какими параметрами принято характеризовать глубину амплитудной модуляции?

4. Что называется коэффициентом амплитудной модуляции и как он определяется?

5. В каком соотношении обычно находятся между собой частоты несущего и модулирующего колебаний?

6. Что понимается под огибающей амплитудно-модулированного радиосигнала?

7. Запишите выражение, устанавливающее спектральный состав однотонового АМ радиосигнала.

8. Нарисуйте спектр амплитудно-модулированного радиосигнала при однотоновой и многотоновой модуляции. Как определяется ширина спектра?

9. В чём заключается сущность спектрального метода анализа прохождения сигналов через линейные радиотехнические цепи?

10. Какой смысл имеет термин «неискажённая передача радиосигнала»? Есть ли какое-нибудь отличие от термина «неискажённая передача сигнала»?

11. При каких частотных характеристиках линейной узкополосной цепи амплитудно-модулированный радиосигнал передается без искажений формы огибающей? В чем отличие входного и выходного сигналов?

12. Радиосигнал

$$u_1(t) = U_0 \left[1 + \sum_{n=1}^N M_n \cos(\Omega_n t + \Phi_n) \right] \cos(\omega_0 t + \theta_0)$$

передается через идеальный полосовой усилитель с передаточной функцией на положительных частотах

$$K(j\omega) = \begin{cases} K_0 e^{-j(\omega - \omega_0)t_0}, & |\omega - \omega_0| \leq \Pi/2 \\ 0, & |\omega - \omega_0| > \Pi/2 \end{cases}$$

Ширина спектра меньше полосы пропускания. Запишите выражение выходного сигнала.

13. Радиосигнал

$$u_1(t) = U_0 \left[1 + \sum_{n=1}^N M_n \cos(\Omega_n t + \Phi_n) \right] \cos(\omega_0 t + \theta_0)$$

передается через идеальный фильтр нижних частот с передаточной функцией

$$K(j\omega) = \begin{cases} K_0 e^{-j\omega t_0}, & |\omega| \leq \omega_B \\ 0, & |\omega| > \omega_B \end{cases}$$

$\omega_B = 1,5 \omega_0$. Запишите выражение выходного сигнала.

14. Радиосигнал с однотоновой амплитудной модуляции передается через резонансный усилитель. Как АЧХ и ФЧХ усилителя влияют на выходной радиосигнал?

15. В последовательный колебательный контур введена ЭДС

$$e(t) = E_0 [1 + M \cos(\Omega t + \Phi)] \cos(\omega_0 t + \theta_0)$$

Контур имеет сопротивление потерь R , частоту резонанса ω_0 и добротность Q . Найдите ток в контуре.

16. В последовательный колебательный контур введена ЭДС

$$e(t) = E_0 [1 + 0,5 \cos(\Omega t) + 0,5 \cos(2\Omega t)] \cos(\omega_0 t)$$

Контур имеет частоту резонанса ω_0 и полосу пропускания 4Ω . Нарисуйте амплитудные спектры ЭДС и тока в контуре.

17. Почему огибающая амплитудно-модулированного колебания на выходе линейной избирательной цепи запаздывает относительно огибающей входного амплитудно-модулированного колебания?

18. Как влияет на форму огибающей выходного амплитудно-модулированного колебания отклонение несущей частоты от частоты настройки избирательной цепи?

19. С помощью векторной диаграммы покажите, что при передаче амплитудно-модулированного радиосигнала через расстроенный резонансный усилитель в выходном сигнале появляется угловая модуляция.

20. Приведите и обоснуйте перечень условий, при которых передача радиосигнала с однотоновой амплитудной модуляции через полосовой усилитель со связанными контурами будет сопровождаться перемодуляцией.

Весенний семестр

Лабораторная работа 5. «Исследование нелинейного резонансного усилителя и умножителя частоты».

Содержание работы:

1. Определение параметров аппроксимации ВАХ нелинейного элемента.
2. Исследование работы нелинейного резонансного усилителя.
3. Определение параметров колебательного контура.
4. Расчет и измерение спектрального состава тока нелинейного элемента в составе резонансного усилителя.
5. Измерение семейства колебательных характеристик.
6. Исследование работы нелинейного резонансного усилителя в режиме удвоения частоты.
7. Расчет и измерение спектрального состава тока нелинейного элемента в составе резонансного умножителя частоты.

Контрольные вопросы:

1. Нарисуйте обобщенную схему нелинейного радиотехнического звена. Какие радиотехнические процессы им реализуются?
2. Нарисуйте схему нелинейного резонансного усилителя на биполярном транзисторе. Укажите назначение элементов. Поясните принцип работы.
3. Нарисуйте схему нелинейного резонансного усилителя на полевом транзисторе. Укажите назначение элементов. Поясните принцип работы.
4. Дайте определение угла отсечки. Как рассчитывается угол отсечки? В каких пределах он может изменяться?
5. Как находится постоянная составляющая и амплитуды гармоник тока нелинейного элемента при аппроксимации ВАХ ломаной прямой?
6. Пусть для нелинейного резонансного усилителя известны $S = 2 \text{ A/V}$, $U_H = 0,6 \text{ В}$. Требуется получить амплитуду импульса тока $I_m = 1 \text{ А}$ и угол отсечки $\theta = 60^\circ$. Рассчитайте необходимое смещение и амплитуду возбуждения.
7. Изобразите временные диаграммы, соответствующие работе нелинейного резонансного усилителя.
8. Что понимают под перенапряженным режимом нелинейного резонансного усилителя? Объясните механизм возникновения перенапряженного режима. Укажите критерий перенапряженного режима.
9. Дайте определение колебательной характеристики нелинейного резонансного уси-

лителя. Нарисуйте и поясните семейство колебательных характеристик при различных напряжениях смещения.

10. Напишите формулы для расчета колебательных характеристик нелинейного резонансного усилителя в недонапряженном режиме.

11. Средней крутизной называют отношение амплитуды первой гармоники тока к амплитуде возбуждения $S_{cp} = I_1/U_m$ при фиксированном смещении. Напишите формулы для расчета средней крутизны при аппроксимации ВАХ ломаной прямой.

12. Получите формулу для расчета средней крутизны при аппроксимации ВАХ полиномом

$$i = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3 + a_4(u - U_0)^4 + a_5(u - U_0)^5.$$

13. Пусть для нелинейного резонансного усилителя известны $S = 4 \text{ A/V}$, $U_n = 0,6 \text{ В}$, $U_0 = 0,5 \text{ В}$, $R_s = 30 \text{ Ом}$, $E_{пит} = 28 \text{ В}$. Рассчитайте и постройте колебательную характеристику. Укажите, до каких амплитуд возбуждения справедлив расчет.

14. Пусть некоторый сигнал с угловой модуляцией имеет паразитную амплитудную модуляцию. Как с помощью нелинейного резонансного каскада ее устранить? Укажите выбор параметров возбуждения.

15. Пусть требуется усиление мощности радиосигнала с амплитудной модуляцией. Поставьте требования к колебательной характеристике. Как следует выбрать смещение и амплитуду несущей на входе усилителя.

16. Что понимается под коэффициентом полезного действия нелинейного резонансного усилителя? Какими средствами и до какого предела он может быть повышен?

17. Нарисуйте схему нелинейного резонансного умножителя частоты на биполярном транзисторе. Укажите назначение элементов. Поясните принцип работы.

18. Изобразите временные диаграммы, соответствующие работе резонансного умножителя частоты. Как следует выбирать угол отсечки?

19. Пусть требуется умножение частоты гармонического напряжения в 12 раз. Какое Вы предложите техническое решение. Обоснуйте выбор.

20. Покажите, что с помощью резонансного умножителя частоты можно увеличивать индекс модуляции ФМ сигнала с сохранением закона модуляции.

21. Можно ли резонансный умножитель частоты применять для умножения частоты радиосигнала с амплитудной модуляцией?

Лабораторная работа 6. «Исследование амплитудной модуляции и амплитудного детектирования».

Содержание работы:

1. Снятие семейства модуляционных характеристик.
2. Определение рабочей точки нелинейного элемента и параметров воздействия.
3. Исследование работы амплитудного модулятора смещением.
4. Снятие детекторной характеристики диодного детектора.
5. Исследование работы диодного детектора в режиме сильного сигнала.
6. Исследование работы диодного детектора в режиме слабого сигнала.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите и поясните известные вам принципы реализации амплитудной модуляции.
2. Пусть в Вашем распоряжении имеется перемножитель двух сигналов. Нарисуйте и обоснуйте структурную схему устройства для формирования амплитудно-модулированного радиосигнала с подавленной несущей.
3. Пусть в Вашем распоряжении имеется перемножитель двух сигналов. Нарисуйте и обоснуйте структурную схему амплитудного модулятора с отдельным формированием боковых полос и несущей с последующим их суммированием.
4. Нарисуйте принципиальную схему амплитудного модулятора смещением на биполярном транзисторе. Объясните принцип его работы. Укажите назначение элементов.
5. Нарисуйте принципиальную схему амплитудного модулятора смещением на полевом транзисторе. Объясните принцип его работы. Укажите назначение элементов.
6. Изобразите временные диаграммы, соответствующие работе амплитудного модулятора смещением.
7. В мощных выходных каскадах ламповых передатчиков применяется анодная модуляция. В чем состоит идея анодной модуляции? Дайте Ваш выбор схемы такого модулятора. В самом ли деле нужна электронная лампа, или можно применить транзистор?
8. Дайте определение модуляционной характеристики амплитудного модулятора смещением. Нарисуйте и объясните ее график.
9. По каким критериям вы можете отличить «хорошую» модуляционную характеристику от «плохой»?
10. Что понимается под семейством модуляционных характеристик амплитудного модулятора смещением? Что практически полезного дает семейство?
11. Каким образом определяется режим амплитудного модулятора смещением при известном семействе модуляционных характеристик?
12. Как следует выбирать полосу пропускания колебательного контура в амплитудном модуляторе смещением? Можно ли вместо контура использовать какую-либо другую цепь?
13. Известно, что при повышении частоты модуляции коэффициент модуляции, обеспечиваемый амплитудным модулятором, уменьшается. Как Вы это объясните?
14. Возможна ли в амплитудном модуляторе смещением перемодуляция?
15. В амплитудном модуляторе применен нелинейный элемент с ВАХ вида

$$i = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

К нему приложено напряжение

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t) + U_\Omega \cos(\Omega t) + U_0.$$

Определите коэффициент модуляции тока.

16. Нарисуйте схему коллекторного детектора и объясните его работу с помощью временных диаграмм.
17. В коллекторном детекторе ВАХ транзистора при малых амплитудах аппроксимируется полиномом

$$i = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

Найдите характеристику детектирования. Если Вам нужны дополнительные условия,

задайте их сами.

18. Нарисуйте схему диодного амплитудного детектора и объясните его работу с помощью временных диаграмм.

19. Как и почему выбирается постоянная времени нагрузки амплитудного детектора?

20. Как определяется и от чего зависит угол отсечки тока диода в диодном детекторе?

21. Дайте определение характеристики детектирования диодного амплитудного детектора. Нарисуйте график для малых и любых амплитуд. Для чего нужна характеристика детектирования?

22. Дайте определение коэффициента передачи диодного амплитудного детектора. Укажите оценку коэффициента передачи для аппроксимации ВАХ диода ломаной прямой.

23. Дайте определение входного сопротивления диодного амплитудного детектора. Для чего нужен этот параметр детектора? Получите оценку входного сопротивления для режима больших амплитуд.

24. ВАХ диода в амплитудном детекторе при малых воздействиях аппроксимируется полиномом

$$i = b_1 u_d + b_2 u_d^2.$$

Сопротивление нагрузки R известно. Найдите характеристику детектирования, коэффициент передачи и входное сопротивление детектора.

25. Пусть некоторый амплитудный детектор имеет квадратичную характеристику детектирования $U_0 = cU_m^2$. Рассмотрите детектирование радиосигнала $u(t) = U_{m0} [1 + M \cos(\Omega t)] \cos(\omega_0 t)$. Найдите спектральный состав низкочастотных компонент выходного напряжения и коэффициент нелинейных искажений при детектировании.

Лабораторная работа 7. «Исследование первичных параметров линейного четырехполюсника».

Содержание работы:

1. Исследование преобразователя частоты при немодулированном сигнале и верхней настройке гетеродина.

2. Исследование преобразователя частоты при немодулированном сигнале и нижней настройке гетеродина.

3. Исследование работы преобразователя частоты для сигнала с амплитудной модуляцией.

4. Исследование эффекта подавления слабого немодулированного сигнала сильной помехой.

5. Исследование эффекта подавления слабого модулированного сигнала сильной помехой.

6. Исследование эффекта усиления слабого модулированного сигнала сильной помехой.

7. Наблюдение явления перекрестной модуляции.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под преобразованием частоты сигнала? Укажите область применения преобразователей частоты.

2. Как изменяется спектр узкополосного сигнала при умножении сигнала на гармоническое колебание гетеродина? Рассмотрите случаи верхней и нижней настроек гетеродина.

3. В состав преобразователя частоты входит линейный фильтр. Каково его назначение?

4. Нарисуйте схему преобразователя частоты на биполярном транзисторе. Дайте описание принципа действия.

5. Нарисуйте схему преобразователя частоты на полупроводниковом диоде. Поясните его работу.

6. В преобразователе частоты использован полевой транзистор с проходной вольт-амперной характеристикой

$$i = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

Пусть $u(t) = U_0 + U_r \cos(\omega_r t) + U_c \cos(\omega_c t)$. Найдите амплитуду тока промежуточной частоты.

7. Применительно к преобразователю частоты используется термин «малый сигнал» («слабый сигнал»). Укажите критерий малости.

8. Пусть на нелинейный элемент воздействует сумма малого сигнала и большого колебания гетеродина. Покажите, что по отношению к малому сигналу нелинейный элемент имеет свойства линейного элемента с переменным параметром.

9. Получите формулу крутизны преобразования преобразователя частоты, в котором нелинейный элемент имеет кусочно-линейную ВАХ.

10. При кусочно-линейной аппроксимации ВАХ нелинейного элемента и выборе смещения $U_0 = U_n$ крутизна преобразования $S_{пр} = S / \pi$ не зависит от амплитуды напряжения гетеродина. Получается парадокс: преобразователь будет работать при сколь угодно малой амплитуде напряжения гетеродина. Объясните этот парадокс.

11. В преобразователе частоты применен нелинейный элемент с кусочно-линейной ВАХ. Как следует выбирать смещение? Нарисуйте качественно график зависимости крутизны преобразования от напряжения смещения при неизменной амплитуде колебания гетеродина.

12. В преобразователе частоты применен нелинейный элемент с кусочно-линейной ВАХ. Рабочая точка совпадает с точкой излома ВАХ. Сигнал слаб. Покажите, что эффект преобразования частоты по четным гармоникам гетеродина отсутствует.

13. Что понимается под основным и побочными каналами приема супергетеродинного приемника? Укажите механизм формирования каналов приема для слабых сигналов.

14. Что понимается под зеркальным каналом приема супергетеродинного приемника? Укажите способ подавления помехи на зеркальной частоте.

15. Пусть через преобразователь частоты проходит слабая помеха на промежуточной частоте. Как может измениться амплитуда помехи на выходе преобразователя, если отключить гетеродин?

16. Сравните два простейших преобразователя частоты на полевом и биполярном транзисторах. Вас беспокоят побочные каналы приема. Какой тип транзистора Вы предпочтете? Обоснуйте выбор.

17. Поясните суть нелинейного подавления слабого сигнала сильным.

18. Приведите какой-либо пример, когда вместо нелинейного подавления слабого сигнала сильным имеет место усиление слабого сигнала за счет сильного.

19. Что понимают под перекрестной модуляцией?

20. Покажите, что для существования перекрестной модуляции полиномиальная ВАХ нелинейного элемента должна иметь как минимум третью степень.

21. Как экспериментально определить крутизну преобразования транзисторного преобразователя частоты?

22. Дайте описание эксперимента, который бы демонстрировал явление подавления слабого сигнала сильной помехой в резонансном усилителе сигнала.

23. Дайте описание эксперимента, который бы демонстрировал явление переноса модуляции с несущей частоты помехи на несущую частоту сигнала в резонансном усилителе сигнала.

Приложение № 4

Задания для выполнения РГР

Задания на РГР и контрольную работу идентичны и состоят из 3 заданий различной сложности:

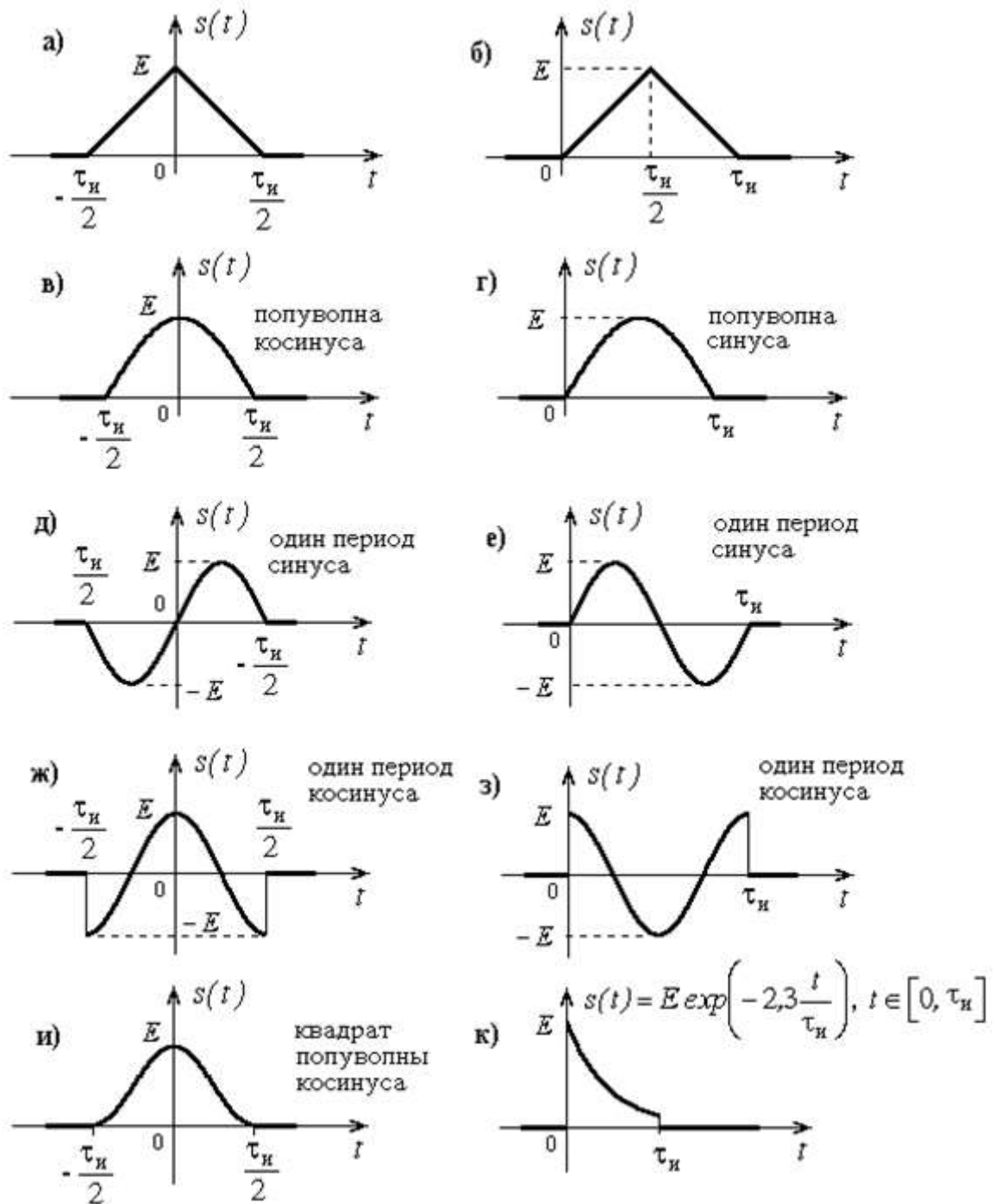
1. «Спектральный и корреляционный анализ импульсных и периодических сигналов».
2. «Анализ прохождения импульсных сигналов через частотно-избирательные цепи».
3. «Анализ прохождения радиосигналов через частотно-избирательные цепи».

Задачи, решаемые в ходе выполнения РГР и контрольной работы позволяют приобрести умения и навыки, необходимые при дальнейшем обучении по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» в рамках профессиональных дисциплин и дисциплин специализаций.

Задача №1

Задан непериодический сигнал $s(t)$, форма которого представлена на рисунке, а параметры приведены в таблице **Приложения 14**. Требуется:

1. Найти спектр импульса, определить выражения амплитудного и фазового спектров и построить их графики.
2. Определить комплексную амплитуду n -ой гармоники и построить графики амплитудного и фазового спектров периодического сигнала $s_{\text{пер}}(t)$, полученного путем повторения заданного импульса $s(t)$ с периодом T .
3. Найти аналитическое выражение и построить графики амплитудного и фазового спектров радиоимпульса $s_p(t) = s(t) \cos(2\pi f_0 t)$, где $f_0 = 100/\tau_n$.
4. Определить функцию корреляции $B_s(\tau)$ заданного импульса $s(t)$ и построить ее график. Определить энергию импульса E и проверить выполнение равенства $B_s(0) = E$.

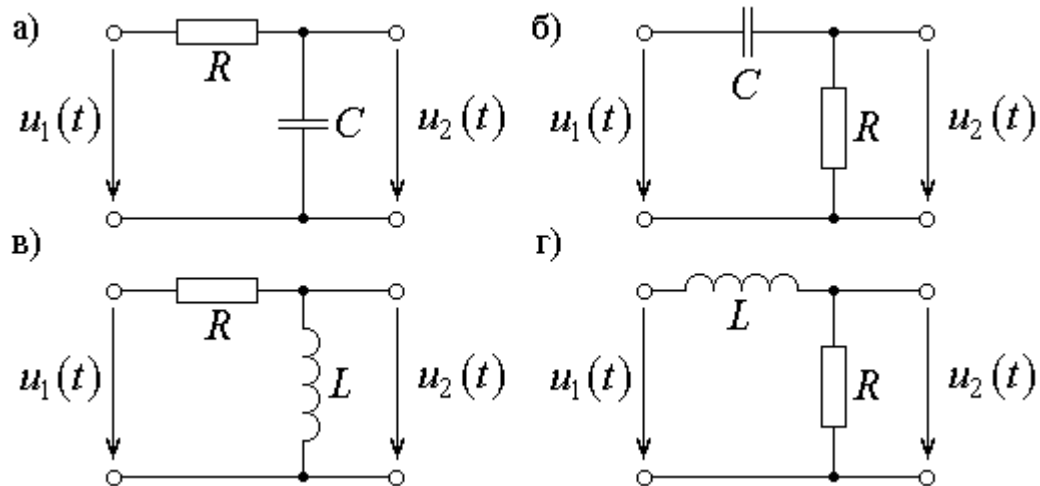


Задача №2

На вход линейного четырехполосника (см. рисунок) воздействует сигнал в виде одиночного импульса $u_1(t) = s(t)$, заданный в задаче №1. Параметры четырехполосника приведены в таблице **Приложения 14**. Требуется:

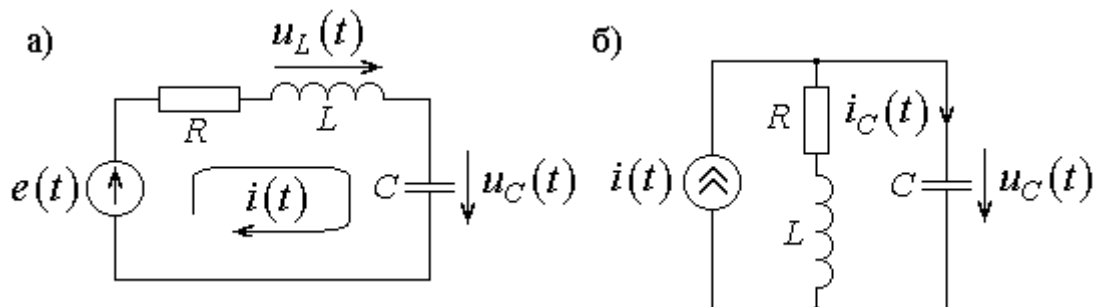
1. Найти АЧХ и ФЧХ цепи. Определить амплитудный и фазовый спектры выходного сигнала $u_2(t)$.
2. Построить графики амплитудного спектра входного сигнала, АЧХ и амплитудного спектра выходного сигнала в одинаковых масштабах по оси частот.

3. Построить графики фазового спектра входного сигнала, ФЧХ и фазового спектра выходного сигнала в одинаковых масштабах по оси частот.
4. Сделать выводы о характере изменения амплитудного и фазового спектров сигнала при его прохождении через линейную цепь.



Задача №3

На линейную избирательную цепь, представляющую собой последовательный (а) или параллельный (б) колебательный контур



воздействует один из радиосигналов с несущей частотой f_0 , равной резонансной частоте контура, в виде

1. $a(t) = A_0 [1 + m \cdot \cos(2\pi Ft) + m \cdot \cos(4\pi Ft)] \cos(2\pi f_0 t)$;
2. $a(t) = A_0 [1(t) - 1(t - \tau_n)] \cos(2\pi f_0 t)$;
3. $a(t) = A_0 \cos(2\pi f_0 t + m \cdot \sin(2\pi Ft))$.

Заданы полоса пропускания контура Π_f на уровне 0,707 и сопротивление потерь контура R . Данные для расчетов приведены в таблицах **Приложения 14**. Требуется:

Для случаев 1-го и 2-го видов воздействия найти аналитическое выражение реакции цепи. Построить амплитудные спектры воздействия и реакции, указанной в таблице **Приложения 14**. Для случая 2-го вида воздействия построить график огибающей выходного сигнала.

Для случая 3-го вида воздействия определить аналитические выражения и построить графики мгновенной частоты воздействия и реакции, а также разности мгновенных частот воздействия и реакции.

Требования к оформлению

РГР и контрольная работа оформляются в рукописном или печатном виде в отдельной тетради или на листах А4.

Последовательность материалов в пояснительной записке должна быть следующей:

- титульный лист,
- содержание,
- формулировка каждой задачи и её решение,
- список использованных источников.

В содержании указываются номера страниц, с которых начинается формулировка очередной задачи или список использованных источников. Последний оформляется по образцу списка рекомендуемой литературы в методических указаниях.

Текст пояснительной записки должен быть четким и ясным. Он должен содержать необходимые пояснения метода решения задач. Необходимо позаботиться о знаках препинания в отдельных предложениях, особенно в тех случаях, когда эти предложения содержат формулы или вычисления. Результаты промежуточных вычислений по отдельным формулам приводить не обязательно. Если конечный результат имеет размерность, она должна быть указана.

Все вычисления проводятся, как правило, с точностью трех значащих цифр. Из единиц измерения допускаются лишь те, которые предусмотрены в СИ. Текст пояснительной записки оформляется строго одним цветом (красный цвет не допускается).

Рисунки, как правило, выполняются на отдельных листах того же формата, что и остальные листы пояснительной записки. На одном листе могут располагаться один или несколько рисунков. Каждый рисунок должен иметь свой номер и подрисуночную подпись. Все рисунки должны быть выполнены в одном стиле и в одном цвете (одним инструментом).

Если при расчетах используется ЭВМ (например, пакет MathCad), то соответствующие распечатки следует оформить как рисунки с соответствующими номерами и подписями.

Необходимо соблюдать требования стандартов:

- ГОСТ 2.702-75 ЕСКД «Правила выполнения электрических схем»;
- ГОСТ 2.723-68 ЕСКД «Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители»;
- ГОСТ 2.728-74 ЕСКД «Обозначения условные графические в схемах. Резисторы и конденсаторы»;
- Р 50-77-88 «Правила выполнения диаграмм»;
- ГОСТ 7.1-84 «Библиографическое описание документа».

Лист с рисунками вкладывается вслед за тем листом текста, где имеется первая ссылка на номер верхнего рисунка.

Все листы пояснительной записки должны быть пронумерованы. Первый номер присваивается титульному листу, на котором этот номер не проставляется. Следует считать ошибкой наклеивание титульного листа на обложку.

Целесообразно использовать двойную нумерацию формул и рисунков. Например, рис. 2.1, рис. 2.2 являются первым и вторым рисунками, относящимися ко второму разделу (решению второй задачи). Двойная нумерация позволяет избежать большого количества исправлений номеров, если потребуется доработка текста.

Выбор варианта задания для выполнения РГР и контрольной работы

Выбор варианта задания осуществляется в соответствии с двумя последними цифрами шифра зачетной книжки.

Задача №1

Таблица №2

Последняя цифра шифра	Форма импульса (рисунок)	Предпоследняя цифра шифра	Амплитуда импульса $E, В$	Длительность импульса $\tau_{и}, мкс$	Период T
0	а	0	2	12	$4\tau_{и}$
1	б	1	3	10	$5\tau_{и}$
2	в	2	4	8	$6\tau_{и}$
3	г	3	5	4	$6\tau_{и}$
4	д	4	6	7	$5\tau_{и}$
5	е	5	7	9	$4\tau_{и}$
6	ж	6	8	11	$5\tau_{и}$
7	з	7	9	15	$6\tau_{и}$
8	и	8	10	17	$5\tau_{и}$
9	к	9	12	20	$4\tau_{и}$

Задача №2

Таблица №3

Последняя цифра шифра	Схема цепи (рисунок)	Предпоследняя цифра шифра	Постоянная времени цепи τ (RC или L/R)
0	а	0	$\tau=\tau_{и}$
1	б	1	$\tau=0,9\tau_{и}$
2	в	2	$\tau=0,8\tau_{и}$
3	г	3	$\tau=0,7\tau_{и}$
4	а	4	$\tau=0,6\tau_{и}$
5	б	5	$\tau=1,1\tau_{и}$
6	в	6	$\tau=1,2\tau_{и}$
7	г	7	$\tau=1,3\tau_{и}$
8	а	8	$\tau=1,4\tau_{и}$
9	б	9	$\tau=1,5\tau_{и}$

Задача №3

Таблица №4

Последняя цифра шифра	Вид цепи	Реакция цепи	Характер $a(t)$	Вид $a(t)$	A_0 , В (мА)	m	f_0 , кГц	F , Гц	$\tau_{и}$, мс
0	а	$u_C(t)$	$e(t)$	1	1	0,5	100	500	—
1	б	$u_C(t)$	$i(t)$	2	2	—	300	—	2
2	а	$i(t)$	$e(t)$	3	3	2,0	250	400	—
3	б	$i_C(t)$	$i(t)$	1	4	0,48	120	600	—
4	а	$u_L(t)$	$e(t)$	2	5	—	280	—	4
5	б	$u_C(t)$	$i(t)$	3	6	3,0	180	300	—
6	а	$u_C(t)$	$e(t)$	1	7	0,42	150	700	—
7	б	$i_C(t)$	$i(t)$	2	8	—	160	—	6
8	а	$i(t)$	$e(t)$	3	9	4,0	130	560	—
9	б	$u_C(t)$	$i(t)$	1	10	0,36	240	420	—

Таблица №5

Предпоследняя цифра шифра	Полоса пропускания контура Π_f , кГц	Сопротивление потерь контура R , Ом
0	1,6	10
1	1,8	12
2	2,0	14
3	1,4	15
4	2,8	18
5	2,4	16
6	2,2	20
7	1,7	30
8	2,6	28
9	2,3	25

Приложение № 5

Задания для выполнения курсовой работы

Курсовая работа содержит пакет задач, число и содержание которых определяется и периодически уточняется кафедрой. Каждая из задач типового задания имеет 100 вариантов, отличающихся друг от друга исходными данными.

Задача № 1

К резистивному (безынерционному) нелинейному элементу (НЭ), вольтамперная характеристика которого описывается полиномом

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3,$$

приложено напряжение:

а) гармоническое $u(t) = U_0 + U_{m1} \cos(2\pi f_1 t)$,

б) бигармоническое $u(t) = U_0 + U_{m1} \cos(2\pi f_1 t) + U_{m2} \cos(2\pi f_2 t)$.

Параметры полинома и воздействия приведены в таблице **Приложения 16**. Требуется:

1. Построить вольтамперную характеристику НЭ для интервала напряжений от $U_0 - U_{m1} - U_{m2}$ до $U_0 + U_{m1} + U_{m2}$.
2. Определить ток НЭ и построить амплитудные спектры тока для случаев а и б.
3. Сделать выводы об особенностях спектра тока НЭ при гармоническом и бигармоническом воздействиях.

Задача 2

Ко входу резонансного усилителя мощности ($n = 1$) или умножителя частоты с заданной кратностью умножения $n > 1$, выполненного на полевом транзисторе, приложено напряжение $u(t) = U_0 + U_m \cos(2\pi f_0 t)$. Проходная характеристика транзистора аппроксимирована кусочно-линейной функцией

$$i(u) = \begin{cases} S(u - U_H), & u \geq U_H \\ 0, & u < U_H \end{cases}.$$

Транзистор работает с отсечкой тока, причем амплитуда импульса тока стока I_m задана. Резонансный контур настроен на частоту n -й гармоники тока транзистора. Резонансный усилитель (умножитель частоты) должен развивать в контуре заданную колебательную мощность P , причем составляющая напряжения n -й гармоники должна быть больше составляющей напряжения любой другой гармоники, по крайней мере, на 30 дБ. Данные для расчетов приведены в таблице **Приложения 16**. Требуется:

1. Предложить схему усилителя мощности (умножителя частоты) на полевом транзисторе.
2. Определить оптимальный угол отсечки $\theta_{\text{отт}}$ тока НЭ и найти соответствующие ему смещение U_0 и амплитуду возбуждения U_m .
3. Определить спектр тока НЭ при $\theta_{\text{отт}}$ и построить его.

4. Задаться значением коэффициента использования напряжения питания ξ и определить напряжение питания $E_{\text{пит}}$ и коэффициент полезного действия усилителя (умножителя частоты).
5. Определить параметры контура, считая, что добротность контура определяется нагрузкой, подключаемой к контуру параллельно.
6. Записать выражение напряжения на контуре $u_k(t)$ и на стоке транзистора $u_{\text{си}}(t)$.
7. Построить временные диаграммы $u(t)$, $i(t)$, $u_k(t)$, $u_{\text{си}}(t)$, совместив их во времени.
8. Поставить требования к применяемому транзистору по предельно допустимым параметрам.

Задача №3

В одноконтурном параметрическом усилителе дифференциальная емкость контура изменяется по закону

$$C(t) = C_0 [1 + m \cdot \cos(\omega_n t + \theta_n)].$$

Внутренняя проводимость генератора G_r , пересчитанная параллельно контуру, и проводимость нагрузки G_n одинаковы. Контур настроен на частоту $\omega_0 = \omega_n / 2$.

Считая, что фаза накачки подобрана оптимально, определить коэффициент модуляции емкости m , при котором коэффициент усиления мощности равен заданному значению K_p . Рассчитать величину требуемой индуктивности, начальную добротность контура и добротность регенерированного контура. Определить, при каком значении m возникают автоколебания. Исходные данные приведены в таблице **Приложения 16**.

Задача №4

На вход безынерционной нелинейной цепи с характеристикой $y = f(x)$ воздействует стационарный случайный процесс $X(t)$ с одномерной плотностью вероятности $W_1(x)$. Данные задачи приведены в таблице **Приложения 16**.

Требуется:

1. Найти одномерную плотность вероятности $W_2(y)$ случайного процесса $Y(t)$ на выходе цепи.
2. Определить средние значения и дисперсии случайных процессов $X(t)$ и $Y(t)$.
3. Построить графики $f(x)$, $W_1(x)$, $W_2(y)$.
4. Сделать выводы о возможном типе используемого нелинейного элемента, законе распределения случайной величины на входе нелинейной цепи, наличии или отсутствии постоянной составляющей у случайного процесса на входе и выходе цепи (определить, является ли он шумом), оценить изменение средней мощности случайного процесса при его прохождении через нелинейную цепь.

Задача №5

На вход согласованного фильтра поступает семипозиционный кодированный импульсный сигнал и белый шум со спектральной плотностью мощности W_0 . Длительность одной позиции сигнала равна $\tau_{\text{п}}$ мгновенное значение сигнала в позиции равно $+A$ или $-A$ в зависимости от кода сигнала (см. таблицу **Приложения 16**). Если, например, код сигнала задан в виде 1,1,1,-1,-1,1-1, то это означает, что в первой, второй, третьей позициях сигнал принимает значение $+A$, в четвертой и пятой позициях он принимает значение $-A$, в шестой $+A$, в седьмой $-A$.

Требуется:

1. Начертить график входного сигнала.
2. Определить импульсную характеристику и передаточную функцию фильтра, согласованного с сигналом.
3. Определить и начертить схему согласованного фильтра. Дать краткое описание работы фильтра.
4. Найти максимальное значение отношения сигнал/шум на выходе фильтра и момент времени, в который оно достигается.

Задача №6

Алгоритм работы трансверсального цифрового фильтра второго порядка задан уравнением:

$$s_{\text{вых}}(mT) = a_0 s(mT) + a_1 s[(m-1)T] + a_2 s[(m-2)T].$$

Весовые коэффициенты a_0 , a_1 , a_2 и шаг дискретизации T заданы в таблице.

Требуется:

1. Изобразить структурную схему фильтра.
2. Найти импульсную характеристику фильтра.
3. Определить и построить амплитудно-частотную и фазочастотную характеристики.
4. Найти реакцию фильтра на входной сигнал, отсчеты которого заданы соотношением

$$s(mT) = A_0 \cos\left(2\pi \frac{mT}{T_0}\right).$$

Выбор варианта задания для выполнения курсовой работы

Выбор варианта осуществляется по последней и предпоследней цифрам номера зачетной книжки в соответствии с таблицами, приводимыми в условиях каждой задачи.

Задача № 1

Таблица 6

Последняя цифра шифра	a_0 , мА	a_1 , мА/В	a_2 , мА/В ²	a_3 , мА/В ³	Предпоследняя цифра шифра	U_0 , В	U_{m1} , В	U_{m2} , В	f_1 , МГц	f_2 , МГц
0	18	7	1	0,8	0	0,3	3	3,3	10,1	10,2
1	16	9	1	0,7	1	1	2	1	0,5	0,6
2	14	8	1	0,6	2	0,5	1	0,5	1	1,2
3	12	7	0,7	0,5	3	0,4	0,5	1	0,9	1
4	11	6	0,6	4,4	4	1	1	0,8	1,2	1,1
5	8	5	0,4	0,3	5	1	0,8	0,7	0,8	0,9
6	6	4	0,3	0,2	6	3	1	0,6	0,6	0,5
7	4	3	0,2	0,1	7	2	1	1	11,1	11,0
8	7	5	0,2	0,2	8	1,5	2	1	13	12
9	5	3	0,1	0,1	9	1,7	2	1	5	5,5

Задача 2

Таблица 7

Последняя цифра шифра	n	I_m , мА	P , мВт	S , мА/В	Предпоследняя цифра шифра	U_n , В	f_0 , МГц
0	1	10	40	5	0	-6	9
1	2	15	50	10	1	-5	8
2	3	20	30	20	2	-4	7
3	1	25	75	12	3	-7	6
4	2	30	60	20	4	-6	11
5	3	40	45	40	5	-4	12
6	1	50	220	20	6	-5	13
7	2	60	150	30	7	-6	14
8	3	80	120	80	8	-7	15
9	1	100	750	30	9	-6	5

Задача №3

Таблица 8

Последняя цифра шифра	C_0 , пФ	f_0 , МГц	$G_r = G_n$, мСм	Предпоследняя цифра шифра	K_p
0	800	16	1,0	0	10
1	600	15	0,7	1	20
2	400	12	0,6	2	40
3	300	18	0,6	3	30
4	200	40	0,3	4	50
5	100	50	0,5	5	45
6	80	50	0,4	6	35
7	60	80	0,5	7	25
8	40	100	0,3	8	70
9	20	200	0,3	9	80

Задача №4

Таблица 9

Последняя цифра шифра	$W_1(x)$	N	Предпоследняя цифра шифра	$f(x)$
0	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$	10	0	$\frac{1}{N} x^2$
1	$\frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-x^2}$	9	1	$\frac{1}{N} x $
2	$\begin{cases} e^{-x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$	8	2	$\frac{1}{N} \arctg(x)$
3	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1)^2}{2}}$	7	3	$N \cdot \arctg(x)$
4	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x+1)^2}{2}}$	6	4	Nx^2
5	$\frac{1}{2\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{8}}$	5	5	$N x $
6	$\begin{cases} \frac{1}{3}, & -1 \leq x \leq 2 \\ 0, & x < -1, x > 2 \end{cases}$	4	6	$\begin{cases} -N, & x < -1 \\ N \cdot x, & x \leq 1 \\ N, & x > 1 \end{cases}$

Последняя цифра шифра	$W_1(x)$	N	Предпоследняя цифра шифра	$f(x)$
7	$\begin{cases} \frac{1}{2\pi}, & x \leq \pi \\ 0, & x > \pi \end{cases}$	3	7	$\begin{cases} N(x+1), & x < -1 \\ 0, & x \leq 1 \\ N(x-1), & x > 1 \end{cases}$
8	$\frac{1}{2}e^{- x }$	2	8	Nx^3
9	$\begin{cases} \frac{1}{\pi}, & 0 \leq x \leq \pi \\ 0, & x < 0, x \geq \pi \end{cases}$	12	9	$\begin{cases} \frac{1}{N}(x-1), & x < 1 \\ N(x-1), & x \geq 1 \end{cases}$

Задача №5

Таблица 10

Последняя цифра шифра	Код сигнала	Предпоследняя цифра шифра	$A, В$	$\tau_n, мкс$	$W_0, В^2/с^{-1}$
0	1,1,1,-1,-1,1,-1	0	3	3	$12 \cdot 10^{-6}$
1	1,-1,1,1,1,-1,-1	1	4	4	$40 \cdot 10^{-6}$
2	-1,-1,1,1,1,-1,-1	2	5	5	$50 \cdot 10^{-6}$
3	-1,-1,-1,1,1,-1,1	3	6	6	$1 \cdot 10^{-4}$
4	1,-1,1,1,-1,-1,-1	4	7	7	$1,5 \cdot 10^{-4}$
5	-1,-1,-1,1,1,-1,1	5	5,5	8	$1 \cdot 10^{-5}$
6	1,1,-1,-1,-1,1,-1	6	4,5	9	$2 \cdot 10^{-4}$
7	1,-1,1,-1,-1,1,1	7	3,5	10	$8 \cdot 10^{-6}$
8	-1,-1,1,-1,1,1,1	8	2,5	11	$5 \cdot 10^{-6}$
9	-1,-1,-1,1,-1,-1,1	9	1,5	12	$2 \cdot 10^{-6}$

Задача №6

Таблица 11

Последняя цифра шифра	a_0	a_1	a_2	$T, мс$	Предпоследняя цифра шифра	$A_0, В$	$T_0, мс$
0	2	1	2	0,1	0	1	$5T$
1	4	3	4	0,2	1	2	$6T$
2	3	0	-3	0,5	2	3	$10T$
3	5	4	5	1	3	4	$8T$
4	-5	0	5	2	4	5	$12T$
5	8	5	8	2,5	5	6	$15T$
6	1	0,5	1	4	6	7	$20T$
7	1	0	-1	5	7	8	$54T$
8	6	5	6	10	8	9	$16T$
9	-2	0	2	0,25	9	10	$18T$

Банк типовых заданий к защите курсовой работы

Задание №1 «Гармоническое и бигармоническое воздействие на НЭ»

Вариант 1. Дайте определения дифференциальной и средней крутизны нелинейного элемента. Запишите выражения для данных характеристик при степенной аппроксимации ВАХ полиномом третьей степени.

Вариант 2. Дайте определения дифференциальной и средней крутизны нелинейного элемента. Запишите выражения для данных характеристик при кусочно-линейной аппроксимации ВАХ.

Вариант 3. Изобразите схематично спектр тока нелинейного элемента при гармоническом воздействии на него и аппроксимации его ВАХ полиномом пятой степени.

Вариант 4. Каким образом могут быть выделены отдельные гармоники (нулевая, первая, вторая, третья) из полного спектра тока нелинейного элемента? Какие требования должны быть поставлены к характеристикам устройств, осуществляющих такую функцию.

Вариант 5. Какие нелинейные преобразования могут быть выполнены с использованием гармонического и бигармонического воздействий на нелинейный элемент? Каким составляющим спектра тока нелинейного элемента они отвечают?

Вариант 6. Дайте определение комбинационной частоты. Что понимают под порядком комбинационной частоты? Перечислите комбинационные частоты в спектре тока нелинейного элемента, которые возникают при бигармоническом воздействии на него, если ВАХ элемента аппроксимирована полиномом четвертой степени.

Вариант 7. Поясните, почему при бигармоническом воздействии на нелинейный элемент затрудняется осуществление процессов нелинейных усиления и умножения частоты по сравнению со случаем гармонического воздействия на тот же элемент.

Вариант 8. Пусть на нелинейный элемент с аппроксимацией ВАХ полиномом третьей степени помимо полезного сигнала с частотой f_1 поступает сигнал помеха с частотой $f_2 \gg f_1$. Поясните, почему в этом случае помеха оказывает существенное влияние на амплитуду усиленного сигнала. Какой член в аппроксимации ВАХ нелинейного элемента отвечает за это влияние, и каким оно может быть?

Вариант 9. Почему для осуществления нелинейного усиления АМ-радиосигнала предпочтительнее режим сильного сигнала, а не режим слабого сигнала? Ответ поясните формулами.

Вариант 10. Пусть требуется осуществить перенос модуляции с одной несущей частоты на другую с использованием бигармонического воздействия на нелинейный элемент. Известно, что такой перенос сопровождается нелинейными искажениями. Используя аппроксимацию ВАХ нелинейного элемента полиномом третьей степени, определите коэффициент гармоник в выходном сигнале при действии на входе гармонического сигнала и однотонового АМ-радиосигнала. Ответ поясните расчетами.

Задание №2 «Нелинейное усиление и умножение частоты»

Вариант 1. Изобразите схему нелинейного резонансного усилителя на биполярном или полевом транзисторе. Объясните, благодаря каким элементам схемы задается постоянное смещение на входе нелинейного элемента, происходит выделение нужной составляющей из спектра тока нелинейного элемента. Поясните, какие изменения необходимо внести в схему, чтобы она могла выполнять функции: а) умножителя частоты; б) амплитудного модулятора; в) синхронного детектора. При каких условиях данную схему можно использовать в качестве амплитудного ограничителя?

Вариант 2. Дайте определение угла отсечки. В каких пределах он может изменяться? Какой угол отсечки называется оптимальным? Как он может быть вычислен для усилителя, удвоителя или утроителя частоты? Используя построение в среде MathCAD, покажите, что данные углы действительно являются оптимальными.

Вариант 3. Что такое коэффициент использования напряжения питания? В каких пределах он может меняться? С чем связано ограничение сверху на данный коэффициент? Ответ поясните рисунком.

Вариант 4. Пусть требуется выполнить нелинейное резонансное усиление таким образом, чтобы амплитуда первой гармоники выходного напряжения превосходила остальные хотя бы на 40 дБ. Как подобрать добротность колебательного контура? Дайте числовой ответ.

Вариант 5. Пусть требуется выполнить нелинейное резонансное удвоение частоты таким образом, чтобы амплитуда второй гармоники выходного напряжения превосходила остальные хотя бы на 40 дБ. Как подобрать добротность колебательного контура? Дайте числовой ответ.

Вариант 6. Пусть требуется выполнить нелинейное резонансное утроение частоты таким образом, чтобы амплитуда третьей гармоники выходного напряжения превосходила остальные хотя бы на 40 дБ. Как подобрать добротность колебательного контура? Дайте числовой ответ.

Вариант 7. Пусть требуется осуществить нелинейное резонансное умножение частоты в 4 раза так, чтобы четвертая гармоника выходного напряжения превосходила остальные хотя бы на 50 дБ. Покажите, что в этом случае избирательная цепь умножителя частоты не может быть выполнена в виде параллельного колебательного контура на дискретных элементах.

Вариант 8. Известно, что к нелинейному резонансному усилителю в общем случае предъявляются противоречивые требования, выполняющиеся при различном выборе угла отсечки: линейность колебательной характеристики, максимальная выходная мощность, максимальный КПД. Какие углы отсечки соответствуют этим условиям, какое компромиссное решение часто применяется на практике и почему?

Вариант 9. Дайте определение колебательной характеристики нелинейного резонансного усилителя. Приведите вид семейства колебательных характеристик нелинейного резонансного усилителя и покажите на них недонапряженный и перенапряженный режимы, а также режим отсечки. При каких условиях колебательная характеристика линейна практически на всем своем протяжении? Возможен ли аналогичный эффект для удвоителя и утроителя частоты и при каких условиях?

Вариант 10. Дайте физическую трактовку требованиям к транзистору, приводимым в последнем пункте Задачи №2. Покажите с помощью формул или графиков, что поставленные требования соответствуют проанализированной работе транзистора в составе нелинейного резонансного усилителя или умножителя частоты.

Задание №3 «Одноконтурный параметрический усилитель»

Вариант 1. Дайте определение параметрического элемента. Поясните, каким образом может быть реализовано параметрическое сопротивление? В каком случае оно будет линейным? От чего зависит абсолютная величина и динамический диапазон изменения крутизны ВАХ такого параметрического элемента?

Вариант 2. Перечислите элементы, на основе которых может быть организовано параметрическое сопротивление. Могут ли эти элементы быть линейными и почему? Какие нелинейные преобразования могут быть осуществлены с помощью параметрического сопротивления?

Вариант 3. Дайте определение параметрического элемента. Поясните, каким образом может быть реализована параметрическая емкость? В каком случае она будет линейной? От чего зависит абсолютная величина и динамический диапазон изменения емкости такого параметрического элемента?

Вариант 4. Поясните принцип параметрического усиления колебаний. При каком соотношении между частотами накачки и усиливаемого сигнала возможно параметрическое усиление? Покажите, что при этом должен поддерживаться строго определенный временной сдвиг между этими сигналами. Что произойдет, если изменить данный временной сдвиг и почему? Рассмотрите несколько вариантов сдвига.

Вариант 5. Можно ли для накачки параметрической емкости использовать негармонический закон изменения напряжения на зажимах генератора накачки? Как должны соотноситься частоты накачки и усиливаемого сигнала? Изобразите несколько возможных случаев. Почему такой вариант накачки не применяется на практике?

Вариант 6. Запишите спектральный состав тока параметрической емкости при ее изменении по гармоническому закону и действию в контуре генератора гармонического тока. Изобразите амплитудный и фазовый спектры тока. Покажите, что только одна из составляющих тока может дать ненулевой вклад в среднюю мощность, выделяемую в колебательном контуре, построенном на основе такой емкости.

Вариант 7. Приведите и поясните обязательные условия, при которых в одноконтурном параметрическом усилителе возможно параметрическое усиление без искажений и с максимальным коэффициентом передачи. Что будет наблюдаться, если будет нарушено каждое из данных условий? Ответ поясните построением в среде MathCAD.

Вариант 8. В чем состоят недостатки одноконтурного параметрического усилителя? Докажите, что двухконтурный параметрический усилитель свободен от таких недостатков.

Вариант 9. Известно, что одноконтурный параметрический усилитель склонен к самовозбуждению. Что понимают под явлением самовозбуждения? При каком условии оно наблюдается? Свободен ли от данного недостатка двухконтурный параметрический усилитель? Ответ поясните формулами.

Вариант 10. В чем преимущества и недостатки параметрического усилителя по сравнению с транзисторным усилителем? Каким образом эти недостатки решаются на практике? Проиллюстрируйте ответ, используя схему одноконтурного параметрического усилителя.

Задание №4 «Прохождение СП через нелинейные электрические цепи»

Вариант 1. Пусть при измерении случайной величины, заключенной в интервале от -5 до 5, были получены следующие результаты:

x	-5,0...-4,5	-4,5...-4,0	-4,0...-3,5	-3,5...-3,0	-3,0...-2,5
n	5	3	2	10	20
x	-2,5...-2,0	-2,0...-1,5	-1,5...-1,0	-1,0...-0,5	-0,5...0
n	26	37	40	60	52
x	0...0,5	0,5...1,0	1,0...1,5	1,5...2,0	2,0...2,5
n	62	57	54	28	17
x	2,5...3,0	3,0...3,5	3,5...4,0	4,0...4,5	4,5...5,0
n	14	4	6	2	1

x – интервал значений случайной величины, n – число измерений, попавших в данный интервал. Общее число измерений 500 раз. Требуется:

- дать определение функции распределения вероятности случайной величины;
- перечислить ее основные свойства;
- определить и построить функцию распределения вероятности в среде MathCAD, проиллюстрировать выполнение ее основных свойств.

Вариант 2. Пусть при измерении случайной величины, заключенной в интервале от -1 до 1, были получены следующие результаты:

x	-1,0...-0,9	-0,9...-0,8	-0,8...-0,7	-0,7...-0,6	-0,6...-0,5
n	24	20	28	20	33
x	-0,5...-0,4	-0,4...-0,3	-0,3...-0,2	-0,2...-0,1	-0,1...0
n	28	25	28	28	25
x	0...0,1	0,1...0,2	0,2...0,3	0,3...0,4	0,4...0,5
n	20	21	28	18	24
x	0,5...0,6	0,6...0,7	0,7...0,8	0,8...0,9	0,9...1,0
n	24	18	40	21	27

x – интервал значений случайной величины, n – число измерений, попавших в данный интервал. Общее число измерений 500 раз. Требуется:

- дать определение плотности распределения вероятности случайной величины;
- перечислить ее основные свойства;
- определить и построить плотность распределения вероятности в среде MathCAD, проиллюстрировать выполнение ее основных свойств.

Вариант 3. Дайте определение математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения. Поясните их физический смысл. Определите данные числовые характеристики для стационарной случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (закон распределения Рэлея):

$$W(x) = 2xe^{-x^2}, \quad x \geq 0$$

Вариант 4. Дайте определение математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения. Поясните их физический смысл. Определите данные числовые характеристики для стационарной случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (закон арксинуса):

$$W(x) = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}, \quad 0 \leq x \leq 1$$

Вариант 5. Дайте определение математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения. Поясните их физический смысл. Определите данные числовые характеристики для стационарной случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (закон Коши):

$$W(x) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{1+x^2}$$

Вариант 6. Пусть к полупроводниковому диоду с ВАХ вида

$$i(u) = \begin{cases} u, & u \geq 0 \\ 0, & u < 0 \end{cases} \text{ (мА)}$$

приложено напряжение в виде случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (закон распределения Гаусса):

$$W(u) = \frac{1}{\sqrt{50\pi}} e^{-\frac{u^2}{50}}$$

Дайте определение математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения. Поясните их физический смысл. Определите данные числовые характеристики для тока полупроводникового диода.

Вариант 7. Пусть к полупроводниковому диоду с ВАХ вида

$$i(u) = \begin{cases} 25u^2, & u \geq 0 \\ 0, & u < 0 \end{cases} \text{ (мА)}$$

приложено напряжение в виде случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (равномерный закон):

$$W(u) = \begin{cases} 2,5 & \text{если } u \in [-0,2 \dots 0,2] \\ 0 & \text{если } u \notin [-0,2 \dots 0,2] \end{cases}$$

Дайте определение математического ожидания, дисперсии и среднего квадратического отклонения. Поясните их физический смысл. Определите данные числовые характеристики для тока полупроводникового диода.

Вариант 8. Пусть к полупроводниковому диоду с ВАХ вида

$$i(u) = \begin{cases} 2u, & u \geq 0 \\ 0, & u < 0 \end{cases} \text{ (мА)}$$

приложено напряжение в виде случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (закон распределения Гаусса):

$$W(u) = \frac{1}{\sqrt{8\pi}} e^{-\frac{u^2}{8}}$$

Дайте определение плотности распределения вероятности случайной величины. Перечислите ее основные свойства. Определите плотность распределения вероятности тока диода, проиллюстрируйте выполнение ее основных свойств (можно с использованием MathCAD).

Вариант 9. Пусть к бареттеру с ВАХ вида

$$i(u) = \begin{cases} -0,25, & u \leq -0,01 \\ 25u, & -0,01 < u < 0,01 \\ 0,25, & u \geq 0,01 \end{cases} \text{ (А)}$$

приложено напряжение в виде случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (экспоненциальный закон распределения):

$$W(u) = \frac{1}{2} e^{-100|u|}$$

Дайте определение плотности распределения вероятности случайной величины. Перечислите ее основные свойства. Определите плотность распределения вероятности тока бареттера, проиллюстрируйте выполнение ее основных свойств (можно с использованием MathCAD).

Вариант 10. Пусть к варистору с ВАХ вида

$$i(u) = 3 \cdot \left(\frac{u}{40} \right)^3 \text{ (мА)}$$

приложено напряжение в виде случайной величины с плотностью распределения вероятности вида (закон распределения Рэлея):

$$W(u) = \frac{u}{25} e^{-\frac{u^2}{50}}, \quad u \geq 0$$

Дайте определение плотности распределения вероятности случайной величины. Перечислите ее основные свойства. Определите плотность распределения вероятности тока варистора, проиллюстрируйте выполнение ее основных свойств (можно с использованием MathCAD).

Задание №5 «Согласованная фильтрация»

Вариант 1. Перечислите и поясните задачи статистической радиотехники. Какую задачу позволяет решить применение согласованного фильтра, и каким образом.

Вариант 2. Приведите постановку задачи согласованной фильтрации: исходные условия, необходимый результат, путь его достижения.

Вариант 3. Известно, что комплексный коэффициент передачи согласованного фильтра задается выражением вида:

$$K(j\omega) = B \cdot F_{\text{вх}}^*(j\omega) \cdot e^{-j\omega t_0},$$

где $B = \text{const}$, $F_{\text{вх}}(j\omega)$ – комплексный спектр сигнала, с которым согласован фильтр, $t_0 = \text{const}$. Какой физический смысл имеет константа t_0 , как она выбирается и почему?

Вариант 4. Известно, что комплексный коэффициент передачи согласованного фильтра задается выражением вида:

$$K(j\omega) = B \cdot F_{\text{вх}}^*(j\omega) \cdot e^{-j\omega t_0},$$

где $B = \text{const}$, $F_{\text{вх}}(j\omega)$ – комплексный спектр сигнала, с которым согласован фильтр, $t_0 = \text{const}$. Какой физический смысл имеет константа B , как она выбирается и почему? Приведите выражение для ее расчета.

Вариант 5. На основе каких элементов строится схема согласованного фильтра? Постройте схему согласованного фильтра для последовательности из четырех биполярных импульсов $(U \ U \ -U \ U)$.

Вариант 6. Что собой представляет полезный сигнал на выходе согласованного фильтра? От чего зависит его форма, амплитуда и положение на оси времени? Изобразите выходной сигнал для последовательности из двух биполярных импульсов $(U \ -U)$.

Вариант 7. Как определяется импульсная характеристика согласованного фильтра? Получите выражение для импульсной характеристики, исходя из ее связи с комплексным коэффициентом передачи.

Вариант 8. Проведите сравнительный анализ числовых (математическое ожидание и дисперсия), энергетических (спектральная плотность средней мощности) и корреляционных (корреляционная функция) свойств шумов на входе и выходе согласованного фильтра.

Вариант 9. Получите выражение для отношения сигнал/шум на выходе согласованного фильтра. Какие теоремы и равенства придется для этого использовать?

Вариант 10. В чем отличия схем согласованных фильтров для случаев приема сигнала на фоне белого и небелого шумов? Докажите это.

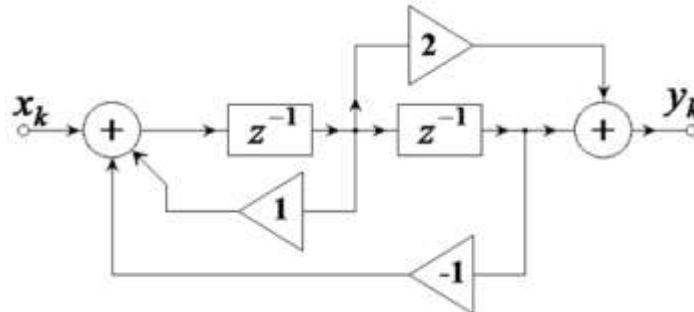
Задание №6 «Цифровая фильтрация»

Вариант 1. Какой сигнал называют дискретным? Как выбирают интервал дискретизации при переходе от аналогового сигнала к дискретному? Можно ли восстановить аналоговый сигнал из дискретного и если да, то как?

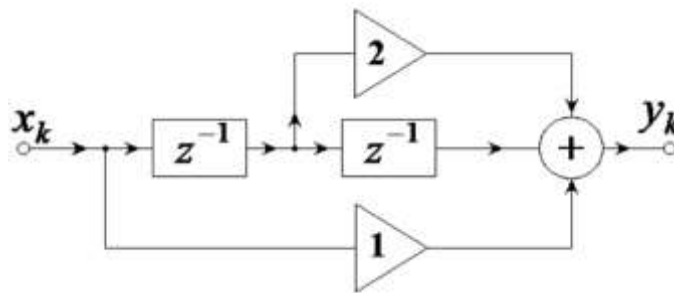
Вариант 2. Каким образом связаны спектры аналогового и дискретного сигналов при различном выборе частоты дискретизации? Можно ли восстановить спектр аналогового сигнала по отсчетам дискретного и если да, то каким образом?

Вариант 3. Дайте определение цифрового фильтра. Каким образом может быть описана работа цифрового фильтра? Какие виды цифровых фильтров вам известны и в чем их отличия?

Вариант 4. Дайте определение системной функции цифрового фильтра. Как связаны импульсная характеристика и системная функции цифрового фильтра? Определите системную функцию цифрового фильтра по его схеме:



Вариант 5. Дайте определение системной функции цифрового фильтра. Как связаны импульсная характеристика и системная функции цифрового фильтра? Определите системную функцию цифрового фильтра по его схеме:



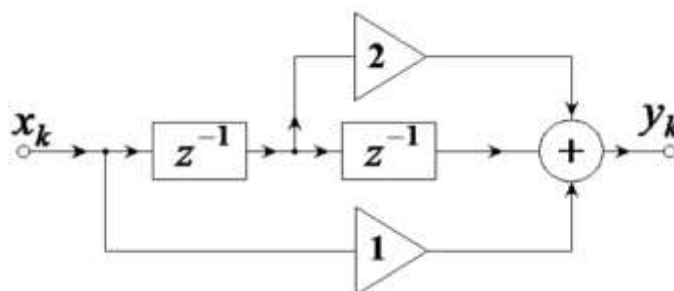
Вариант 6. Дайте определение импульсной характеристики цифрового фильтра. Определите импульсную характеристику цифрового фильтра, текущие отсчеты сигнала на выходе которого определяются выражением:

$$y_k = 2 \cdot x_k - 2 \cdot x_{k-1} - y_{k-1}$$

Вариант 7. Дайте определение импульсной характеристики цифрового фильтра. Определите импульсную характеристику цифрового фильтра, текущие отсчеты сигнала на выходе которого определяются выражением:

$$y_k = x_{k-4} - 2 \cdot x_{k-2} + x_k$$

Вариант 8. Дайте определение комплексного коэффициента передачи цифрового фильтра. Как связаны комплексный коэффициент передачи и системная функция цифрового фильтра? Определите и постройте АЧХ цифрового фильтра, схема которого имеет вид:



Вариант 9. Дайте определение комплексного коэффициента передачи цифрового фильтра. В условиях Задачи №6 для своего варианта покажите, что амплитуда выходного сигнала соответствует известной связи между значениями АЧХ, а также амплитудами воздействия и реакции.

Вариант 10. Дайте определение комплексного коэффициента передачи цифрового фильтра. В условиях Задачи №6 для своего варианта покажите, что сдвиг фаз между выходным и входным сигналами соответствует известной связи между значениями ФЧХ, а также начальными фазами воздействия и реакции.

Приложение № 6

Перечень вопросов для проведения экзамена в осеннем семестре

Перечень экзаменационных вопросов

1. Основная задача радиотехники. Выбор диапазона длин волн. Обобщенная структурная схема канала радиосвязи.
2. Понятие сигнала. Общая классификация полезных и помеховых сигналов. Классификация сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям.
3. Понятия аналогового и квантованного сигналов. Задача и процедура квантования. Понятия шага квантования и шума квантования. Связь процесса квантования с разрешающей способностью органов восприятия человека.
4. Понятия аналогового и дискретного сигналов. Процедура дискретизации. Выбор шага дискретизации на основе теоремы Котельникова. Дискретизация звукового, речевого и телевизионного сигналов. Понятие цифрового сигнала.
5. Понятия периодического и почти периодического сигналов, периодической последовательности импульсов: математические модели, временные диаграммы и параметры таких сигналов. Понятие средней мощности периодического сигнала.
6. Математические модели и параметры импульсных сигналов. Энергия импульсного сигнала.
7. Понятие отношения сигнал/шум. Вероятность битовой ошибки. Экспериментальная оценка вероятности битовой ошибки: коэффициент битовых ошибок и методы его измерения. Оценка отношения сигнал/шум для случая дискретного сигнала.
8. Обобщенный ряд Фурье. Ортогональный базис. Коэффициенты обобщенного ряда Фурье. Усеченный ряд Фурье и неравенство Бесселя. Сходимость ряда Фурье в среднем.
9. Тригонометрический базис. Ортогональность функций. Тригонометрический ряд Фурье. Вычисление коэффициентов тригонометрического ряда Фурье.
10. Представление тригонометрического ряда Фурье суммой гармоник. Понятие основной и высших гармоник. Вычисление амплитуд и начальных фаз гармоник. Понятия амплитудного и фазового спектров периодического сигнала.
11. Свойства коэффициентов ряда Фурье: ряд Фурье для четного, нечетного и зеркально симметричного сигналов.
12. Связь степени гладкости функции и скорости убывания амплитудного спектра с ростом номера гармоники: поведение коэффициентов тригонометрического ряда Фурье для сигналов с разрывами функции и ее первой производной.
13. Гармонический анализ меандра. Ряд Фурье и свойства его коэффициентов. Усеченный ряд Фурье и временная диаграмма ряда. Явление Гиббса.
14. Вывод комплексного ряда Фурье. Понятие комплексной амплитуды гармоники. Комплексный спектр периодического сигнала.
15. Комплексный, амплитудный и фазовый спектры периодической последовательности прямоугольных импульсов. Связь числа спектральных линий и их амплитуд со скважностью импульсов.
16. Распределение средней мощности в спектре периодического сигнала. Равенство Парсеваля.

17. Переход от периодической последовательности импульсов к импульсному сигналу. Прямое и обратное преобразование Фурье.

18. Амплитудный и фазовый спектры импульсного сигнала. Свойства вещественной и мнимой части спектральной плотности. Спектральная плотность четного и нечетного сигналов. Связь спектральной плотности и площади импульса.

19. Связь спектральной плотности одиночного импульса и комплексных амплитуд гармоник периодической последовательности импульсов. Пример вычисления комплексных амплитуд периодической последовательности гауссовых импульсов.

20. Определение ширины спектра с энергетической точки зрения. Равенство Парсеваля для импульсного сигнала. Распределение энергии по лепесткам спектра прямоугольного сигнала.

21. Определение ширины спектра, описываемого абсолютно гладкой функцией. Ширина спектра экспоненциального и гауссова импульсов.

22. Статистические оценки длительности импульса и ширины спектра. Произведение эффективных значений длительности импульса и ширины спектра. Пример вычисления для гауссова импульса.

23. Теоремы о спектрах: теоремы линейности и запаздывания. Понятие пачки импульсов. Комплексный и амплитудный спектр пачки из двух и трех прямоугольных импульсов.

24. Теоремы о спектрах: теоремы линейности и смещения. Понятие радиоимпульса. Комплексный и амплитудный спектр радиоимпульса.

25. Теоремы о спектрах: теоремы линейности, запаздывания и изменения масштаба времени. Комплексный и амплитудный спектр биполярного импульса прямоугольной формы.

26. Теоремы о спектрах: теоремы линейности, запаздывания, изменения масштаба времени и дифференцирования. Комплексный и амплитудный спектр треугольного импульса.

27. Теоремы о спектрах: теоремы линейности, запаздывания, изменения масштаба времени и дифференцирования. Комплексный и амплитудный спектр трапецеидального импульса.

28. Понятие свертки сигналов. Теорема о свертке сигналов. Понятие импульсной характеристики. Интеграл Дюамеля. Связь импульсной характеристики и комплексной функции цепи.

29. Понятие свертки спектров. Теорема о свертке спектров. Понятие сглаживающего окна. Назначение и разновидности сглаживающих окон.

30. Теорема о взаимозаменяемости частоты и времени. Комплексный спектр sinc-импульса.

31. Комплексные спектры неинтегрируемых сигналов: постоянного, гармонического, функции знака и функции включения.

32. Корреляционная функция импульсного сигнала. Свойства корреляционной функции. Корреляционная функция прямоугольного импульса.

33. Корреляционная функция пачки из двух прямоугольных импульсов. Общие свойства корреляционной функции пачки прямоугольных импульсов. Форма корреляционной функции пачки прямоугольных импульсов для решения задач радиолокации и кодового разделения.

34. Корреляционная функция периодического сигнала. Свойства корреляционной функции. Корреляционная функция гармонического сигнала и периодической последовательности прямоугольных импульсов.

35. Понятие энергетического спектра. Связь корреляционной функции и энергетического спектра.

36. Понятия времени корреляции и эффективной ширины энергетического спектра, связь между ними. Время корреляции и эффективная ширина энергетического спектра гауссова импульса.

37. Понятие несущего колебания и модулирующего сигнала. Виды несущих колебаний и разновидности аналоговой модуляции. Понятие радиосигнала. Математическая модель амплитудно-модулированного (АМ) радиосигнала. Коэффициенты модуляции вверх и вниз.

38. Однотональный АМ-радиосигнал: математическая модель, временная диаграмма, глубина амплитудной модуляции, перемодуляция. Векторная диаграмма однотонального АМ-радиосигнала.

39. Однотональный АМ-радиосигнал: математическая модель, амплитудный и фазовый спектры, ширина спектра.

40. Многотональный АМ-радиосигнал: математическая модель, амплитудный и фазовый спектры, ширина спектра. Парциальные коэффициенты модуляции.

41. Симметрия амплитудного и фазового спектров АМ-радиосигнала. Понятие ОБП-радиосигнала. Синхронное детектирование ОБП-радиосигнала. Условие синфазности и синхронности несущего и опорного колебаний.

42. Распределение средней мощности в спектре АМ-радиосигнала. Средняя мощность полного АМ-радиосигнала и ОБП-радиосигнала. ОБП радиосигнал с частично или полностью подавленным несущим колебанием.

43. Радиосигнал с угловой модуляцией. Разновидности угловой модуляции. Понятие фазомодулированного (ФМ) радиосигнала. Математическая модель и временная диаграмма ФМ-радиосигнала. Понятия индекса угловой модуляции, мгновенной частоты и девиации частоты.

44. Радиосигнал с угловой модуляцией. Разновидности угловой модуляции. Понятие частотно-модулированного (ЧМ) радиосигнала. Математическая модель и временная диаграмма ЧМ-радиосигнала. Понятия индекса угловой модуляции, мгновенной частоты и девиации частоты.

45. Радиосигнал с однотональной угловой модуляцией. Связь девиации частоты и индекса угловой модуляции. Сходства и различия однотональных ФМ- и ЧМ-радиосигналов. Определение индекса угловой модуляции по временной диаграмме.

46. Спектральный состав однотонального ФМ-радиосигнала. Амплитудный спектр ФМ-радиосигнала для случаев малого и большого индексов угловой модуляции. Ширина спектра ФМ-радиосигнала при однотональной и много тональной модуляции.

47. Понятие фазоманипулированного радиосигнала. Временная диаграмма, амплитудный и фазовый спектры фазоманипулированного радиосигнала. Минимально необходимое число пар спектральных линий для передачи дискретной информации.

48. Понятие огибающей и полной фазы радиосигнала. Проблема неоднозначности их определения. Понятие простейшей (физической) огибающей. Преобразование Гильберта. Физическая огибающая гармонического сигнала.

49. Понятие аналитического сигнала. Связь физической огибающей и полной фазы радиосигнала с аналитическим сигналом. Связь комплексных спектров радиосигнала, сопряженного ему по Гильберту сигнала и аналитического сигнала.

50. Понятие узкополосного сигнала. Синфазная и квадратурная низкочастотные составляющие радиосигнала. Представление радиосигнала и сопряженного ему по Гильберту сигнала через низкочастотные квадратуры. Понятие комплексной огибающей радиосигнала.

51. Основы спектрального метода анализа прохождения импульсных сигналов через линейные электрические цепи. Понятия комплексной функции цепи, АЧХ и ФЧХ. Нахождение амплитудного и фазового спектра импульсного сигнала на выходе линейной цепи. Определение сигнала на выходе линейной электрической цепи с использованием пакета прикладных программ MathCAD.

52. Анализ прохождения прямоугольного импульса через фильтр нижних частот в виде RC-цепи первого порядка. Амплитудный спектр и форма импульса на выходе RC-цепи. Понятие интегрирования сигнала.

53. Анализ прохождения прямоугольного импульса через фильтр верхних частот в виде RC-цепи первого порядка. Амплитудный спектр и форма импульса на выходе RC-цепи. Понятие дифференцирования сигнала.

54. Основы спектрального метода анализа прохождения периодического сигналов через линейные электрические цепи. Понятия комплексной функции цепи, АЧХ и ФЧХ. Нахождение амплитудного и фазового спектра импульсного сигнала на выходе линейной цепи. Определение сигнала на выходе линейной электрической цепи.

55. Операторный метод и метод интеграла наложения. Анализ прохождения прямоугольного импульса через RC-цепь.

56. Метод низкочастотного эквивалента. Прохождение однтонального АМ радиосигнала через настроенный резонансный усилитель.

57. Метод низкочастотного эквивалента. Прохождение однтонального АМ радиосигнала через настроенный полосовой усилитель со связанными колебательными контурами.

58. Метод низкочастотного эквивалента. Прохождение прямоугольного радиоимпульса через настроенный резонансный усилитель.

59. Метод низкочастотного эквивалента. Прохождение прямоугольного радиоимпульса через расстроенный резонансный усилитель.

60. Метод низкочастотного эквивалента. Прохождение прямоугольного радиоимпульса через настроенный полосовой усилитель со связанными колебательными контурами.

61. Анализ прохождения ЧМ-радиосигнала через резонансную цепь. Метод мгновенной частоты.

Перечень вопросов и задач для проведения экзамена в весеннем семестре

Перечень экзаменационных вопросов

1. Понятие нелинейного элемента и нелинейной радиотехнической цепи. Способы аппроксимаций ВАХ нелинейных элементов (степенная, кусочно-линейная, показательная).

2. Гармонический анализ тока нелинейного безынерционного элемента при степенной аппроксимации ВАХ.

3. Гармонический анализ тока нелинейного безынерционного элемента при кусочно-линейной аппроксимации ВАХ. Коэффициенты Берга.

4. Нелинейное резонансное усиление. Схема нелинейного резонансного усилителя на биполярном транзисторе. Принцип действия и временные диаграммы работы усилителя.

5. Нелинейное резонансное усиление. Схема нелинейного резонансного усилителя на биполярном транзисторе. Выбор параметров колебательной системы нелинейного резонансного усилителя.

6. Нелинейное резонансное усиление. Схема нелинейного резонансного усилителя на биполярном транзисторе. Колебательная характеристика резонансного усилителя. Понятие недонапряженного и перенапряженного режимов. Подавление паразитной амплитудной модуляции.

7. Нелинейное резонансное усиление. Схема нелинейного резонансного усилителя на биполярном транзисторе. КПД резонансного усилителя. Проблема выбора угла отсечки.

8. Нелинейное резонансное умножение частоты. Схема нелинейного резонансного умножителя частоты на биполярном транзисторе. Принцип действия и временные диаграммы работы умножителя частоты.

9. Нелинейное резонансное умножение частоты. Схема нелинейного резонансного умножителя частоты на биполярном транзисторе. Выбор параметров колебательной системы резонансного умножителя частоты.

10. Амплитудная модуляция смещением. Схема амплитудного модулятора смещением. Принцип действия и временные диаграммы работы модулятора смещением.

11. Амплитудный модулятор смещением. Семейство модуляционных характеристик и их применение.

12. Амплитудное детектирование. Схема и принцип действия синхронного детектора.

13. Амплитудное детектирование. Схема диодного детектора. Работа диодного детектора в режиме слабого сигнала. Оценка уровня нелинейных искажений.

14. Амплитудное детектирование. Схема диодного детектора. Работа диодного детектора в режиме сильного сигнала. Выбор постоянной времени RC-цепи детектора.

15. Амплитудное детектирование. Схема коллекторного детектора. Принцип действия и временные диаграммы работы коллекторного детектора.

16. Амплитудное детектирование. Характеристика детектирования. Коэффициент передачи диодного детектора. Выбор угла отсечки. Входное сопротивление диодного детектора.

17. Фазовая модуляция. Схема и принцип действия модулятора Армстронга.

18. Фазовая модуляция. Получение ФМ-радиосигнала путем управления ФЧХ колебательного контура.

19. Частотная модуляция. Получение ЧМ радиосигнала с помощью управляемого по частоте автогенератора. Косвенные методы формирования ЧМ и ФМ радиосигналов.

20. Частотное детектирование с преобразованием ЧМ в АМ: частотный детектор на одиночном расстроенном колебательном контуре.

21. Частотное детектирование с преобразованием ЧМ в АМ: балансный частотный детектор с расстроенными колебательными контурами.

22. Фазовое детектирование на основе диодного детектора: схема и принцип действия, амплитудно-фазовая характеристика.

23. Балансный фазовый детектор: схема и принцип действия, амплитудно-фазовая характеристика.

24. Нелинейное безынерционное преобразование частоты. Принцип построения преобразователя частоты. Режим слабого сигнала. Понятия комбинационной и промежуточной частот, крутизны преобразования.

25. Взаимодействие сильного и слабого сигналов в нелинейном элементе. Управление дифференциальной крутизной нелинейного элемента. Коэффициент передачи преобразователя частоты.

26. Связь коэффициентов разложения дифференциальной крутизны в ряд Фурье с работой основного и побочных каналов приема.

27. Взаимодействие сигнала и помехи в нелинейном элементе: подавление слабого сигнала сильной помехой; перенос модуляции.

28. Общая характеристика параметрических цепей. Способ реализации линейных параметрических элементов с применением нелинейных элементов. Спектр тока параметрической емкости при гармоническом воздействии.

29. Одноконтурный параметрический усилитель: схема замещения, коэффициент усиления мощности, устойчивость. Недостатки схемы.

30. Схема замещения и основные характеристики двухконтурного параметрического усилителя. Преимущества схемы.

31. Дискретизация аналоговых сигналов. Выбор частоты дискретизации. Понятие и виды модулированных импульсных последовательностей (МИП).

32. Математическая модель и спектр МИП сигнала. Связь частоты дискретизации с возможностью восстановления аналогового сигнала.

33. Восстановление аналогового сигнала с помощью идеального ФПЧ. Восстановление спектра аналогового сигнала по отсчетам дискретного.

34. Дискретизация периодических сигналов. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства коэффициентов ДПФ.

35. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Дискретная свертка.

36. Понятие z-преобразования. Свойства z-преобразования. Связь z-преобразования с преобразованиями Лапласа и Фурье.

37. Понятие цифрового фильтра. Алгоритм линейной фильтрации во временной области. Частотные характеристики и системная функция цифрового фильтра.

38. Трансверсальные цифровые фильтры: алгоритм работы, схема, импульсная характеристика и системная функция.

39. Рекурсивные цифровые фильтры: алгоритм работы, схема, импульсная характеристика и системная функция. Каноническая схема рекурсивного фильтра.

40. Методы синтеза цифровых фильтров с заданными свойствами: метод инвариантных импульсных характеристик.

41. Методы синтеза цифровых фильтров с заданными свойствами: синтез на основе дифференциального уравнения.

42. Методы синтеза цифровых фильтров с заданными свойствами: метод инвариантных частотных характеристик.

Типовые задачи для проведения экзамена в весеннем семестре

Задача №1

К нелинейному безынерционному элементу, характеристика которого аппроксимирована ломаной прямой ($U_H = -2$ В, $S = 2$ мА/В) приложено напряжение

$$u(t) = -4 + 5 \cos(\omega_0 t) \text{ (В)}.$$

Определите постоянную составляющую и амплитуду первой гармоники тока.

Задача №2

К нелинейному безынерционному элементу, характеристика которого аппроксимирована полиномом

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3$$

приложено напряжение

$$u(t) = U_0 + U_m \cos(\omega_0 t).$$

Определите амплитудный спектр тока.

Задача №3

К нелинейному безынерционному элементу с аппроксимацией

$$i(u) = u + 0,1u^2 \text{ (мА)}$$

приложена сумма гармонических напряжений с частотами 499; 500 и 501 кГц и амплитудами 1; 1,5 и 2 В соответственно. Определите и постройте амплитудный спектр тока.

Задача №4

Вольтамперная характеристика активного элемента нелинейного резонансного усилителя имеет вид

$$i(u) = 200 + 20u + 2u^2 + 0,2u^3 \text{ (мА)}.$$

Найдите колебательные характеристики для двух значений напряжения смещения $U_0 = 0$ и $U_0 = -5$ В.

Задача №5

Пусть для нелинейного резонансного усилителя известны $S = 2 \text{ А/В}$, $U_n = 0,6 \text{ В}$. Требуется получить амплитуду импульса тока $I_m = 1 \text{ А}$ и угол отсечки $\theta = 60^\circ$. Рассчитайте необходимое смещение и амплитуду возбуждения.

Задача №6

Пусть для нелинейного резонансного усилителя известны $S = 4 \text{ А/В}$, $U_n = 0,6 \text{ В}$, $U_0 = 0,5 \text{ В}$, $R_3 = 30 \text{ Ом}$, $E_{\text{пит}} = 28 \text{ В}$. Рассчитайте и постройте колебательную характеристику. Укажите, до каких амплитуд возбуждения справедлив расчет.

Задача №7

Вольтамперная характеристика биполярного транзистора в нелинейном резонансном усилителе имеет вид

$$i = 0,01e^{20 \cdot u} \text{ (мА)}.$$

Найдите колебательную характеристику для напряжения смещения $U_0 = +0,5 \text{ В}$. (Воспользуйтесь разложением экспоненты в ряд Тейлора).

Задача №8

Вольтамперная характеристика транзистора в нелинейном резонансном усилителе аппроксимирована ломаной прямой

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < 0,2 \text{ В} \\ 50(u-0,2), & u > 0,2 \text{ В} \end{cases} \text{ (мА)}.$$

На базу транзистора подано напряжение $u(t) = 0,2 + U_m \cos(\omega_0 t)$ (В). Резонансное сопротивление контура 2 кОм . Определите амплитуду напряжения возбуждения, при которой амплитуда напряжения на контуре составит 10 В .

Задача №9

Нарисуйте схему резонансного удвоителя частоты. Определите требуемую добротность контура, при которой амплитуда напряжения первой гармоники на выходе будет ниже амплитуды второй гармоники на 50 дБ .

Задача №10

Характеристика нелинейного элемента в амплитудном модуляторе задана уравнением:

$$i(u) = b_0 + b_1 u + b_2 u^2.$$

К нелинейному элементу прикладывается напряжение

$$u(t) = U_0 + U_m \cos(\omega_0 t).$$

Получите выражение статической модуляционной характеристики $I_1 = f(U_0)$.

Задача №11

В амплитудном модуляторе применен нелинейный элемент с ВАХ вида

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

К нему приложено напряжение

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t) + U_\Omega \cos(\Omega t) + U_0.$$

Определите коэффициент модуляции тока.

Задача №12

Вольтамперная характеристика полевого транзистора в амплитудном модуляторе задана выражением:

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < -6 \text{ В} \\ 2(u + 6)^2, & u \geq -6 \text{ В} \end{cases} \text{ (мА)}.$$

На транзистор подано напряжение $u(t) = -3 + 1,5 \cos(\Omega t) + 0,5 \cos(\omega_0 t)$ (В), причем $\omega_0 \gg \Omega$.

Определите коэффициент модуляции тока.

Задача №13

Вольтамперная характеристика транзистора в преобразователе частоты аппроксимирована ломаной прямой

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < U_0 \\ S(u - U_0), & u \geq U_0 \end{cases}$$

На базу транзистора подано напряжение $u(t) = U_0 + U_r \cos(\omega_r t) + U_c \cos(\omega_c t)$, причем $U_c \ll U_r$. Определите амплитуду тока промежуточной частоты $\omega_{\Pi} = \omega_r + \omega_c$. (Воспользуйтесь разложением тока в ряд Тейлора по степеням малого сигнала).

Задача №14

Получите формулу крутизны преобразования преобразователя частоты, в котором нелинейный элемент имеет кусочно-линейную ВАХ

$$i(u) = \begin{cases} 0, & u < U_0 \\ S(u - U_0), & u \geq U_0 \end{cases}$$

Задача №15

Характеристика нелинейного элемента в амплитудном детекторе задана уравнением:

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2 + a_3(u - U_0)^3.$$

К нелинейному элементу прикладывается напряжение

$$u(t) = U_0 + U_m \cos(\omega_0 t).$$

Получите выражение статической характеристики детектирования $I_0 = f(U_m)$.

Задача №16

ВАХ диода в амплитудном детекторе при малых воздействиях аппроксимируется полиномом

$$i(u_d) = b_1 u_d + b_2 u_d^2.$$

Сопротивление нагрузки R известно. Найдите характеристику детектирования, коэффициент передачи и входное сопротивление детектора.

Задача №17

В коллекторном детекторе ВАХ транзистора при малых амплитудах аппроксимируется полиномом

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

Найдите характеристику детектирования. Если Вам нужны дополнительные условия, задайте их сами.

Задача №18

Пусть некоторый амплитудный детектор имеет квадратичную характеристику детектирования $U_0 = cU_m^2$. Рассмотрите детектирование радиосигнала $u(t) = U_{m0}[1 + M \cos(\Omega t)] \cos(\omega_0 t)$. Найдите спектральный состав низкочастотных компонент выходного напряжения и коэффициент нелинейных искажений при детектировании.

Задача №19

В преобразователе частоты использован полевой транзистор с проходной вольтамперной характеристикой

$$i(u) = a_0 + a_1(u - U_0) + a_2(u - U_0)^2.$$

Пусть $u(t) = U_0 + U_r \cos(\omega_r t) + U_c \cos(\omega_c t)$. Найдите амплитуду тока промежуточной частоты.

Задача №20

К резистору, сопротивление которого изменяется по закону

$$R(t) = 100 + 10 \cos(10^4 t) \text{ (Ом)},$$

приложено напряжение $u(t) = 10 \cos(10^6 t)$. Найдите и постройте спектр тока.

Задача №21

Дифференциальная параметрическая емкость изменяется по закону

$$C(t) = 100 + 5 \cos(10^7 t) \text{ (пФ)}.$$

К емкости приложено напряжение $u(t) = 10 \cos(10^6 t)$ (мВ). Найдите и постройте спектр тока.

Задача №22

Дискретный сигнал на интервале своей периодичности задан шестью равноотстоящими отсчетами $\{x_k\} = (1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0)$. Найти коэффициенты ДПФ этого сигнала. Постройте форму сигнала, восстановленного по полученным коэффициентам ДПФ, указав на нем заданные отсчеты.

Задача №23

Задано z-преобразование сигнала вида $X(z) = \frac{z+1}{z^2}$. Найти коэффициенты дискретного сигнала $\{x_k\}$, $k = 1..6$, отвечающего этой функции.

Задача №24

Цифровой фильтр имеет импульсную характеристику, состоящую из двух ненулевых отсчетов: $\{g_k\} = (1 \ -1 \ 0 \ 0 \ ...)$. Вычислить частотный коэффициент передачи фильтра. Построить графики АЧХ и ФЧХ фильтра.

Задача №25

Исследовать частотные характеристики трансверсального цифрового фильтра 2-го порядка, выполняющего усреднение текущего значения входного сигнала и двух предшествующих отсчетов по формуле:

$$y_i = \frac{1}{3}(x_i + x_{i-1} + x_{i-2}).$$

Приложение № 7

Перечень контрольных вопросов к лекционному материалу

Осенний семестр

Блок 1. «Введение»

1. Что является предметом изучения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?
2. Какова цель изучения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?
3. Какие задачи решаются в рамках дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?
4. Какие знания, полученные в результате изучения дисциплины «Высшая математика» потребуются в рамках дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?
5. Какие знания, полученные в результате изучения дисциплины «Электротехника и электроника» потребуются в рамках дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?
6. При изучении каких дисциплин в рамках ОПОП потребуются знания, полученные в рамках изучения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?
7. Какие виды текущей аттестации предусмотрены в рамках изучения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?
8. Какие виды промежуточной аттестации предусмотрены в рамках изучения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»?

Блок 2. «Радиотехнические сигналы и методы их анализа»

1. Дайте определение сигнала. В чем отличие сигнала, сообщения и информации?
2. Какой сигнал принято называть аналоговым?
3. Дайте определение дискретного сигнала. Какова область применения таких сигналов?
4. Дайте определение квантованного сигнала. Какова область применения таких сигналов?
5. Какой сигнал принято называть цифровым? В чем преимущества применения цифровых сигналов вместо аналоговых?
6. Какой сигнал называется периодическим? Приведите примеры периодических сигналов.
7. Перечислите основные параметры периодических последовательностей импульсов. Приведите пример их определения по временной диаграмме сигнала?
8. Какой сигнал называется непериодическим? Приведите примеры таких сигналов.
9. Перечислите основные параметры импульсных сигналов. Приведите пример их определения по временной диаграмме сигнала.
10. Что понимают под энергией и средней мощностью сигнала? По отношению к каким сигналам применяются данные характеристики?
11. Приведите обобщенную схему радиотехнического канала связи и поясните назначение отдельных функциональных узлов.
12. Перечислите основные радиотехнические процессы преобразования сигнала в радиотехническом канале связи.
13. Какими параметрами принято характеризовать помехоустойчивость радиотехни-

ческого канала связи? Как они определяются?

12. Что понимают под базисом ортогональных функций? Как определяется скалярное произведение двух базисных функций?

13. Запишите выражение, определяющее обобщенный ряд Фурье периодического сигнала. Как определяются его коэффициенты?

14. Запишите выражение, определяющее тригонометрический ряд Фурье периодического сигнала. Как определяются его коэффициенты?

15. Перечислите свойства коэффициентов тригонометрического ряда Фурье.

16. Дайте определение амплитудного и фазового спектров периодического сигнала. Как графически изображаются данные спектры?

17. Приведите временные диаграммы усеченного ряда Фурье для периодического сигнала и поясните их особенности.

18. Запишите выражение, определяющее комплексный ряд Фурье периодического сигнала. Как определяются его коэффициенты?

19. Запишите равенство Парсеваля для средней мощности периодического сигнала и дайте ему физическую трактовку.

20. Запишите выражения, определяющие прямое и обратное интегральные преобразования Фурье?

21. Что понимают под амплитудным и фазовым спектром импульсного сигнала?

22. Сформулируйте и докажите теоремы линейности и запаздывания. Как, используя данные теоремы, определить спектр пачки импульсов?

23. Сформулируйте и докажите теорему смещения. Как, используя данную теорему, определить спектр радиоимпульса?

24. Сформулируйте и докажите теорему об изменении масштаба времени. Как, используя данную теорему, определить спектр составного импульса?

25. Сформулируйте и докажите теоремы дифференцирования и интегрирования. Как, используя теорему дифференцирования, определить спектр треугольного импульса?

26. Что понимают под сверткой двух сигналов? Сформулируйте и докажите теорему о свертке сигналов.

27. Продемонстрируйте связь данной теоремы с методом интеграла наложения.

28. Что понимают под сверткой двух спектров? Сформулируйте и докажите теорему о свертке спектров.

29. Что понимают под оконной функцией? Перечислите известные вам виды оконных функций. Какова область их применения?

30. Сформулируйте и докажите теорему о взаимозаменяемости частоты и времени. Как, используя данную теорему, определить спектр sinc-импульса?

31. Как определяются спектры сигналов, не относящихся к абсолютно интегрируемым функциям?

32. Дайте физическую трактовку квадрата модуля спектральной плотности. Как распределена энергия в спектре прямоугольного импульса?

33. Приведите связь комплексных спектров одиночного импульса и периодической последовательности импульсов.

34. Приведите известные вам способы определения ширины спектра.

35. Как определяется длительность импульсного сигнала? Какова связь длительности

и ширины спектра импульсного сигнала?

36. Дайте определение автокорреляционной функции импульсного сигнала.

37. Сформулируйте и докажите свойства автокорреляционной функции импульсного сигнала.

38. Приведите вид автокорреляционной функции:

- одиночного прямоугольного импульса;
- пачки из двух прямоугольных импульсов;
- пачки из трех прямоугольных импульсов;
- периодической последовательности прямоугольных импульсов.

39. Дайте определение автокорреляционной функции периодического сигнала.

40. Сформулируйте и докажите свойства автокорреляционной функции периодического сигнала.

41. Как связаны между собой автокорреляционная функция импульсного сигнала и его энергетический спектр?

42. Как связаны взаимная корреляционная функция двух импульсных сигналов и их взаимный энергетический спектр?

43. Дайте определение радиосигнала. Запишите общее выражение, определяющее радиосигнал. При каких условиях радиосигнал является узкополосным?

44. Перечислите известные вам виды радиосигналов с аналоговыми видами модуляции. Приведите временные диаграммы таких радиосигналов.

45. Перечислите известные вам виды радиосигналов с импульсными видами модуляции. Приведите временные диаграммы таких радиосигналов.

46. Дайте определение радиосигнала с амплитудной модуляцией. Запишите выражение для радиосигнала с амплитудной модуляцией и поясните входящие в него величины.

47. Дайте определение глубины амплитудной модуляции.

48. Что понимают под перемодуляцией и в чем ее опасность?

49. Приведите амплитудный и фазовый спектры радиосигнала с амплитудной модуляцией при модуляции одним тоном.

50. Приведите амплитудный спектр радиосигнала с амплитудной модуляцией при модуляции несколькими тонами. Что понимают под парциальными коэффициентами модуляции?

51. Как определяется ширина спектра радиосигнала с амплитудной модуляцией при модуляции несколькими тонами?

52. Продемонстрируйте с помощью векторной диаграммы формирование радиосигнала с амплитудной модуляцией при модуляции одним тоном.

53. Дайте определение радиосигнала с балансной модуляцией. В чем преимущество и недостаток применения такого радиосигнала?

54. Дайте определение радиосигнала с однополосной модуляцией. В чем преимущество применения такого радиосигнала?

55. Дайте определение радиосигнала с угловой модуляцией. Запишите выражения для радиосигнала с частотной и фазовой модуляциями и поясните входящие в них величины.

56. Дайте определения индекса угловой модуляции и девиации частоты. Как связаны данные параметры для случая однотоновой модуляции?

57. Приведите амплитудный и фазовый спектры радиосигнала с угловой модуляцией

при модуляции одним тоном и малом значении индекса угловой модуляции. В чем их сходство и отличие по отношению к спектрам радиосигнала с амплитудной модуляцией?

58. Приведите амплитудный спектр радиосигнала с угловой модуляцией при модуляции одним тоном и произвольном значении индекса угловой модуляции. Как определяется ширина спектра такого радиосигнала?

59. Продемонстрируйте с помощью векторной диаграммы формирование радиосигнала с угловой модуляцией при модуляции одним тоном и малом значении индекса угловой модуляции.

60. Что понимают под фазоманипулированным радиосигналом? Приведите амплитудный и фазовый спектры фазоманипулированного радиосигнала. При каком условии в спектре такого радиосигнала отсутствует несущее колебание?

61. Дайте определение огибающей радиосигнала. Приведите выражения, определяющие физическую огибающую радиосигнала.

62. Как определяются полная фаза и мгновенная частота радиосигнала?

63. Как связаны спектры радиосигнала и соответствующего ему аналитического сигнала?

64. Приведите аналитические выражения, временные диаграммы и сигнальные созвездия сигналов с цифровыми видами модуляции: ASK, BPSK, QPSK, 8-PSK, FSK, 16-QAM. Какие значения принимают огибающая и начальная фаза таких радиосигналов?

Блок 3. «Анализ прохождения сигналов через радиотехнические цепи»

1. Как определить амплитудный и фазовый спектры импульсного сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи?

2. Как влияет частота среза на амплитудный спектр прямоугольного импульса при его прохождении через фильтр нижних частот?

3. Как влияет частота среза на амплитудный спектр прямоугольного импульса при его прохождении через фильтр верхних частот?

4. Какую форму принимает импульс на выходе фильтра нижних частот при поступлении на вход фильтра прямоугольного импульса? Изобразите такой импульс для нескольких значений частоты среза.

5. Какую форму принимает импульс на выходе фильтра верхних частот при поступлении на вход фильтра прямоугольного импульса? Изобразите такой импульс для нескольких значений частоты среза.

6. Перечислите особенности применения быстрого преобразования Фурье для машинного анализа спектра импульсного сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи.

7. Перечислите порядок применения спектрального метода к анализу спектра периодического сигнала на выходе линейной радиотехнической цепи.

8. Перечислите порядок применения операторного метода к анализу прохождения импульсного сигнала через линейную радиотехническую цепь.

9. Перечислите порядок применения метода интеграла наложения к анализу прохождения импульсного сигнала через линейную радиотехническую цепь.

10. Приведите порядок применения метода низкочастотного эквивалента.

11. Изобразите форму огибающей радиоимпульса на выходе резонансного усилителя при отсутствии расстройки частоты.

12. Изобразите форму огибающей радиоимпульса на выходе резонансного усилителя при наличии расстройки частоты.

13. С помощью векторной диаграммы покажите, как формируется огибающая радиоимпульса на выходе резонансного усилителя при наличии расстройки частоты.

14. Изобразите форму огибающей радиоимпульса на выходе полосового усилителя при отсутствии расстройки частоты и различных значениях фактора связи.

15. Приведите порядок применения метода мгновенной частоты.

16. Поясните, как определить мгновенную частоту радиосигнала с угловой модуляцией на выходе частотно-избирательной цепи.

17. Изобразите поведение огибающей радиосигнала с фазовой манипуляцией при прохождении через частотно-избирательную цепь.

18. Изобразите характер установления частоты радиосигнала с частотной манипуляцией при прохождении через частотно-избирательную цепь при различном соотношении скачка частоты и полосы пропускания.

Весенний семестр

Блок 4. «Нелинейные радиотехнические цепи и методы их анализа»

1. Дайте определение нелинейного элемента.

2. Какие виды нелинейных элементов вам известны? Приведите ВАХ таких элементов.

3. Какие способы аппроксимации ВАХ нелинейного элемента вам известны?

4. Приведите известные вам математические модели ВАХ нелинейного элемента.

5. Как определяются амплитуды гармоник тока нелинейного элемента при аппроксимации ВАХ полиномом?

6. Что понимают под углом отсечки?

7. Приведите выражение для угла отсечки. В каких пределах он может изменяться?

8. Как определяются амплитуды гармоник тока нелинейного элемента при аппроксимации ВАХ ломаной прямой?

9. Поясните, при каких условиях возможно разделение функций нелинейного преобразования и линейной фильтрации радиотехнического звена.

10. Перечислите известные вам процессы нелинейного преобразования радиосигнала.

11. Приведите обобщенную схему нелинейного радиотехнического устройства и поясните, какие сигналы необходимо подавать на его входы и как выбирать режим работы и настройку колебательной системы для реализации различных процессов нелинейного преобразования радиосигнала.

12. Приведите функциональную схему нелинейного резонансного усилителя на биполярном или полевом транзисторе и поясните назначение элементов в ней.

13. Как осуществляется выбор рабочей точки нелинейного элемента в резонансном усилителе?

14. Как осуществляется выбор параметров колебательной системы в резонансном усилителе?

15. Дайте определение колебательной характеристики.

16. Приведите математическое выражение для колебательной характеристики и пояс-

ните границы его применимости.

17. Что понимают под семейством колебательных характеристик? Как задать режим работы нелинейного резонансного усилителя по семейству колебательных характеристик?

18. Что понимают под недонапряженным, критическим (граничным) и перенапряженным режимами работы нелинейного резонансного усилителя?

19. Изобразите формы импульсов тока нелинейного элемента в составе резонансного усилителя для недонапряженного, критического и перенапряженного режимов.

20. Как выбирается рабочая точка нелинейного элемента в составе резонансного умножителя частоты?

21. Как выбираются параметры колебательного контура в составе резонансного умножителя частоты?

22. При каких условиях нелинейный резонансный усилитель можно использовать в качестве амплитудного ограничителя?

23. Изобразите схемы получения радиосигналов с двухполосной амплитудной модуляцией и полной несущей, двухполосной амплитудной модуляцией и частично подавленной несущей, балансной амплитудной модуляцией и однополосной модуляцией с использованием идеального перемножителя двух сигналов.

24. В чем суть метода модуляции смещением, метода анодной модуляции?

25. Изобразите схему амплитудного модулятора смещением на базе резонансного усилителя. В чем состоят особенности применения каскада резонансного усилителя в качестве амплитудного модулятора?

26. Дайте определение модуляционной характеристики.

27. Приведите математическое выражение для модуляционной характеристики и поясните границы его применимости.

28. Что понимают под семейством модуляционных характеристик? Как задать режим работы амплитудного модулятора по семейству модуляционных характеристик?

29. Что понимают под режимами слабого и сильного сигналов? Приведите критерии их реализации?

30. В чем причины нелинейных искажений радиосигнала на выходе амплитудного модулятора в режимах слабого и сильного сигналов?

31. Приведите схему балансного модулятора и поясните принцип формирования радиосигнала без несущего колебания в спектре.

32. Нарисуйте схему модулятора Армстронга и покажите, что сигнал на выходе имеет угловую модуляцию.

33. Как можно устранить паразитную амплитудную модуляцию в радиосигнале на выходе модулятора Армстронга?

34. При каком условии модуляция в модуляторе Армстронга будет линейной?

35. Какие значения индекса угловой модуляции может обеспечить модулятор Армстронга? Можно ли расширить данный диапазон?

36. Как осуществляется управление ФЧХ колебательного контура?

37. Приведите схемное решение для управления ФЧХ колебательного контура.

38. Покажите, что при управлении ФЧХ колебательного контура выходной радиосигнал имеет угловую модуляцию. При каком условии процесс модуляции будет линейным?

39. Какие значения индекса угловой модуляции может обеспечить схема управления

ФЧХ колебательного контура? Можно ли расширить данный диапазон?

40. Нарисуйте схему частотного модулятора на базе управляемого автогенератора и поясните принцип ее действия.

41. Покажите, что на выходе управляемого автогенератора формируется радиосигнал с частотной модуляцией. При каком условии процесс модуляции будет линейным?

42. От чего зависит величина девиации частоты в радиосигнале на выходе управляемого автогенератора?

43. Поясните суть косвенных методов фазовой и частотной модуляции.

44. В чем состоит принцип синхронного детектирования.

45. Какие требования предъявляются к опорному генератору синхронного детектора?

46. Покажите, что при наличии расстройки между частотами несущего колебания и опорного генератора в выходном сигнале будут наблюдаться биения.

47. Покажите, что при увеличении сдвига фаз между несущим колебанием и колебанием на выходе опорного генератора вплоть до $\pi/2$ амплитуда напряжения на выходе синхронного детектора падает до нуля.

48. Изобразите схему диодного детектора и поясните принцип его действия.

49. Дайте определение детекторной характеристики. Запишите выражение для детекторной характеристики в режиме слабого сигнала.

50. Изобразите общий вид детекторной характеристики, покажите на ней участки квадратичного и линейного детектирования.

51. Покажите, что в режиме слабого сигнала работа диодного детектора сопровождается наличием нелинейных искажений в выходном сигнале. Как оценить величину коэффициента нелинейных искажений?

52. При каком условии в режиме сильного сигнала будут отсутствовать нелинейные искажения в сигнале на выходе диодного детектора?

53. Как определяется угол отсечки тока в диодном детекторе в режиме сильного сигнала?

54. Как выбирается постоянная времени RC-цепи в составе диодного детектора.

55. Приведите формы напряжений на выходе диодного детектора в режиме сильного сигнала при различном выборе величины постоянной времени RC-цепи.

56. Дайте определение коэффициента детектирования.

57. Дайте определение входного сопротивления диодного детектора. Приведите выражения для входного сопротивления диодного детектора в режимах слабого и сильного сигнала.

58. Изобразите схему и поясните принцип действия коллекторного детектора.

59. Перечислите и поясните известные вам принципы частотного детектирования.

60. Что понимают под статической детекторной характеристикой?

61. Какие требования предъявляются к статической детекторной характеристике?

62. Приведите схему одноконтурного частотного детектора и поясните принцип ее действия.

63. Приведите схему балансного частотного детектора и поясните принцип ее действия.

64. Приведите схему частотного детектора на связанных колебательных контурах и поясните принцип ее действия.

65. Что понимают под амплитудно-фазовой характеристикой?
66. Приведите схему диодного фазового детектора и поясните принцип ее действия.
67. Приведите схему балансного фазового детектора и поясните принцип ее действия.
68. Что понимают под преобразованием частоты радиосигнала?
69. Что понимают под комбинационными составляющими тока нелинейного элемента? Приведите примеры таких составляющих.
70. Что понимают под порядком комбинационной составляющей тока нелинейного элемента?
71. При каком условии преобразование частоты с использованием комбинационных составляющих будет линейным?
72. Дайте определение промежуточной частоты. Приведите выражения для промежуточной частоты.
73. Что понимают под крутизной преобразования? Как она определяется для режимов слабого и сильного сигнала?
74. Покажите, что при одновременном воздействии слабого полезного сигнала и сильного сигнала гетеродина последний управляет крутизной нелинейного элемента.
75. Что понимают под коэффициентом передачи преобразователя частоты? Как он связан с крутизной преобразования?
76. Перечислите известные вам каналы приема и назовите комбинационные составляющие тока нелинейного элемента, отвечающие за их существование.
77. С чем связан эффект подавления слабого сигнала сильной помехой при их взаимодействии в преобразователе частоты?
78. С чем связан эффект перекрестной модуляции при взаимодействии модулированного и немодулированного колебаний в преобразователе частоты?

Блок 5. «Параметрические радиотехнические цепи»

1. Дайте определение параметрического элемента.
2. Как может быть реализован параметрический резистивный элемент?
3. Как может быть реализован параметрический емкостной элемент?
4. С чем связаны процессы накопления и отдачи энергии в параметрической емкости?
5. Как должны соотноситься фазы усиливаемого и управляющего сигналов для запаса энергии в колебательном контуре на основе параметрической емкости?
6. Что понимают под критической глубиной модуляции емкости и от чего она зависит?
7. Поясните спектральный состав тока параметрической емкости. Какая составляющая и при каком условии будет отвечать за ненулевую среднюю мощность в колебательном контуре?
8. Изобразите схему замещения параметрической емкости.
9. Изобразите схему замещения одноконтурного параметрического усилителя и поясните входящие в нее величины.
10. Получите выражение для коэффициента передачи мощности одноконтурного параметрического усилителя.
11. Что понимают под критической глубиной модуляции емкости и от чего она зависит?

12. В чем состоят основные недостатки одноконтурного параметрического усилителя?
13. Запишите выражение для коэффициента передачи мощности двухконтурного параметрического усилителя. В чем его отличие от коэффициента передачи мощности одноконтурного параметрического усилителя?
14. От чего зависит критическая глубина модуляции емкости в двухконтурном параметрическом усилителе?
15. Запишите уравнения Мэнли-Роу и поясните входящие в них величины.
16. Проведите анализ уравнений Мэнли-Роу для различных соотношений между частотой усиливаемого сигнала и частотами настройки контуров двухконтурного параметрического усилителя.

Блок 6. «Дискретная обработка сигналов. Цифровые фильтры»

1. Что понимают под процессом дискретизации?
2. Как должна выбираться частота дискретизации? Приведите примеры.
3. Что собой представляет дискретный сигнал?
4. Что понимают под модулированной импульсной последовательностью? Приведите примеры.
5. Как соотносятся спектры аналогового и дискретного сигналов?
6. Можно ли восстановить аналоговый сигнал по отсчетам дискретного без нелинейных искажений?
7. Запишите ряд Котельникова и поясните входящие в него величины.
8. Как на практике происходит восстановление аналогового сигнала по отсчетам дискретного?
9. Запишите выражения для прямого и обратного дискретных преобразований Фурье.
10. От чего зависит число различных коэффициентов разложения в дискретный ряд Фурье?
11. Какой физический смысл имеет нулевой коэффициент разложения в дискретный ряд Фурье?
12. Покажите, что если отсчеты дискретного сигнала вещественные, то коэффициенты разложения, симметричные относительно середины спектра комплексно сопряжены друг по отношению к другу.
13. В чем состоит алгоритм быстрого преобразования Фурье?
14. На чем основан выигрыш в количестве выполняемых операций при переходе от дискретного к быстрому преобразованию Фурье и как его оценить?
15. В чем состоит алгоритм дискретной свертки двух сигналов?
16. Дайте определение z-преобразования. Каким требованиям оно должно отвечать?
17. Установите связь z-преобразования с преобразованием Фурье.
18. Установите связь z-преобразования с преобразованием Лапласа.
19. Перечислите известные вам свойства z-преобразования.
20. Что понимают под цифровым фильтром?
21. В чем преимущества цифровых фильтров перед аналоговыми?
22. Что понимают под импульсной характеристикой цифрового фильтра?
23. Как с помощью импульсной характеристики цифрового фильтра описать алгоритм цифровой фильтрации?

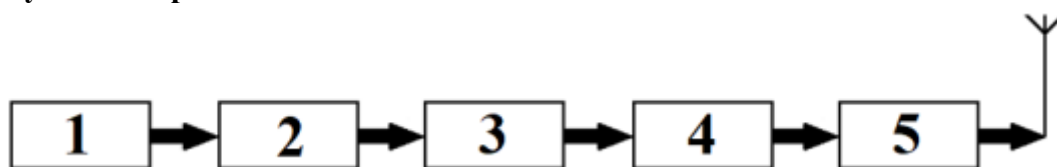
-
24. Что понимают под дискретной гармонической последовательностью?
25. Дайте определение комплексного коэффициента передачи цифрового фильтра. Как он связан с импульсной характеристикой цифрового фильтра?
26. Покажите, что комплексный коэффициент передачи цифрового фильтра является периодической функцией частоты. Каков период ее повторения?
1227. Дайте определение системной функции цифрового фильтра. Как она связана с импульсной характеристикой цифрового фильтра и его комплексным коэффициентом передачи?
28. Запишите выражение, определяющее алгоритм работы трансверсального цифрового фильтра и изобразите схему, соответствующую данному алгоритму.
29. Запишите общее выражение, определяющее системную функцию трансверсального цифрового фильтра.
30. Запишите выражение, определяющее алгоритм работы рекурсивного цифрового фильтра и изобразите схему, соответствующую данному алгоритму.
31. Запишите общее выражение, определяющее системную функцию рекурсивного цифрового фильтра.
32. Изобразите каноническую схему рекурсивного цифрового фильтра. В чем ее преимущество?
33. В чем состоит метод инвариантных импульсных характеристик? В чем отличие частотных характеристик трансверсального и рекурсивного цифровых фильтров, синтезированных по данному методу?
34. В чем состоит метод синтеза на основе дифференциального уравнения?
35. В чем состоит метод инвариантных частотных характеристик? Как влияет частота дискретизации на частотные свойства синтезированного цифрового фильтра?

Приложение № 8

Банк тестовых заданий по темам

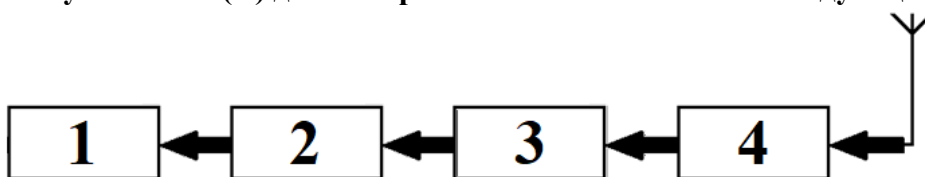
Тест 1. «Основные понятия теории сигналов»

Вопрос 1. Функциональные блоки передающего тракта, включая источник сообщения (И), модулятор (М), генератор несущего колебания (Г), кодер сообщения (К) и преобразователь сообщения в электрический сигнал (П) должны располагаться на схеме в следующем порядке



- А) 1-Г, 2-И, 3-П, 4-М, 5-К
- Б) 1-И, 2-П, 3-Г, 4-М, 5-К
- В) 1-И, 2-К, 3-П, 4-М, 5-Г
- Г) 1-И, 2-П, 3-К, 4-М, 5-Г

Вопрос 2. Функциональные блоки приемного тракта, включая регистрирующее устройство (Р), детектор (Дт), декодирующее устройство (Дк) и линейный частотно-избирательный усилитель (У) должны располагаться на схеме в следующем порядке



- А) 1-Р, 2-Дк, 3-Дт, 4-У
- Б) 1-У, 2-Дт, 3-Дк, 4-Р
- В) 1-Р, 2-Дт, 3-Дк, 4-У
- Г) 1-У, 2-Дк, 3-Дт, 4-Р

Вопрос 3. Устройством, которое может использоваться в качестве окончного устройства приемного тракта канала радиосвязи при передаче звукового или речевого сигналов, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) принтер

Вопрос 4. Устройством, которое может использоваться в качестве окончного устройства приемного тракта канала радиосвязи при передаче видеоизображения, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) принтер

Вопрос 5. Устройством, которое может использоваться в качестве преобразователя сообщения в электрический сигнал в передающем тракте канала радиосвязи при передаче звукового или речевого сигналов, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) сканер

Вопрос 6. Устройством, которое может использоваться в качестве преобразователя сообщения в электрический сигнал в передающем тракте канала радиосвязи при передаче видеоизображения, является

- А) микрофон
- Б) экран монитора
- В) динамик
- Г) матрица ПЗС видеокамеры
- Д) усилитель
- Е) сканер

Вопрос 7. К характеристикам физической системы, которые можно использовать для передачи информации на расстоянии, относятся

- А) напряженность электрического поля
- Б) давление в акустической волне
- В) яркость пикселя изображения
- Г) электрическое напряжение

Вопрос 8. К характеристикам физической системы, которые можно использовать для воспроизведения принятой информации, относятся

- А) напряженность электрического поля
- Б) давление в акустической волне
- В) яркость пикселя изображения
- Г) электрическое напряжение

Вопрос 9. К характеристикам физической системы, которые можно использовать для хранения принятой информации, относится

- А) напряженность электрического поля
- Б) давление в акустической волне
- В) яркость пикселя изображения
- Г) электрическое напряжение

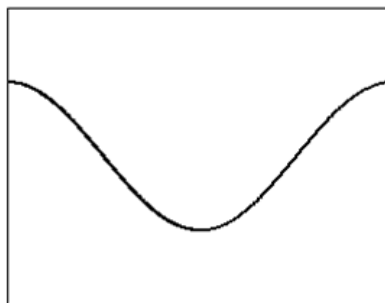
Вопрос 10. Под шумовым сигналом понимают

- А) любой посторонний сигнал, случайно попавший в канал радиосвязи
- Б) посторонний сигнал, присутствующий в канале связи и изменяющийся во времени случайным образом
- В) посторонний сигнал, присутствующий в канале связи и создаваемый каналообразующим оборудованием
- Г) посторонний сигнал, присутствующий в канале связи и изменяющийся во времени по строго определенному закону

Вопрос 11. Отличие шумовых сигналов от помех состоит в том, что шумовой сигнал

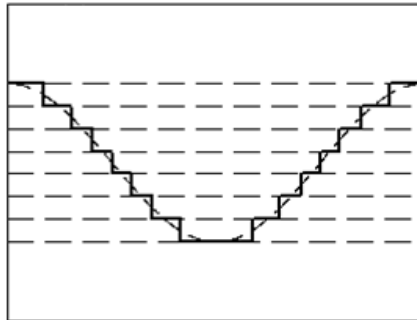
- А) изменяется во времени по строго определенному закону, а помеха – по случайному закону
- Б) всегда проникает в канал из среды распространения волны, а помеха всегда создается каналообразующим оборудованием
- В) изменяется во времени по случайному закону, а помеха – по строго определенному закону
- Г) всегда создается каналообразующим оборудованием, а помеха всегда проникает в канал из среды распространения волны

Вопрос 12. Приведенный сигнал относится к следующему типу сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям



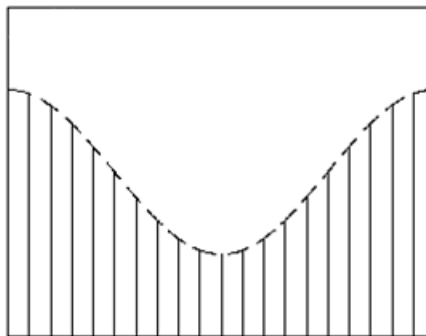
- А) аналоговый
- Б) квантованный
- В) цифровой
- Г) дискретный

Вопрос 13. Приведенный сигнал относится к следующему типу сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям



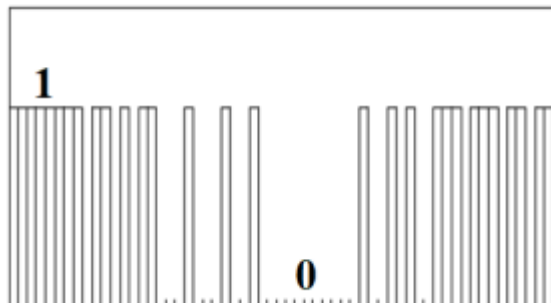
- А) аналоговый
- Б) квантованный
- В) цифровой
- Г) дискретный

Вопрос 14. Приведенный сигнал относится к следующему типу сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям



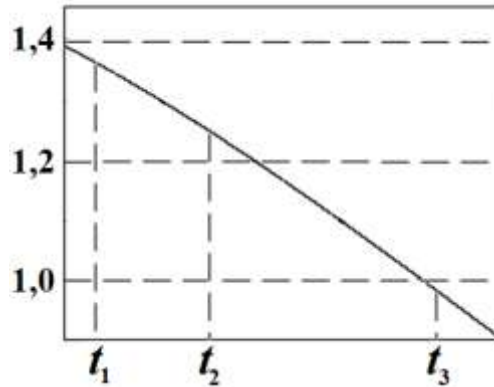
- А) аналоговый
- Б) квантованный
- В) цифровой
- Г) дискретный

Вопрос 15. Приведенный сигнал относится к следующему типу сигналов по характеру изменения во времени и принимаемым значениям



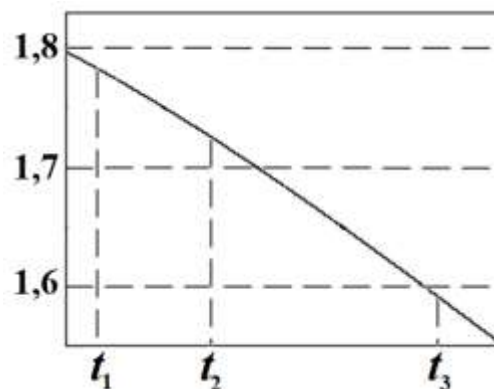
- А) аналоговый
- Б) квантованный
- В) цифровой
- Г) дискретный

Вопрос 16. Для представленного фрагмента аналогового сигнала и заданных уровней квантования верным значением напряжения на выходе квантующего устройства в момент времени t_1 является



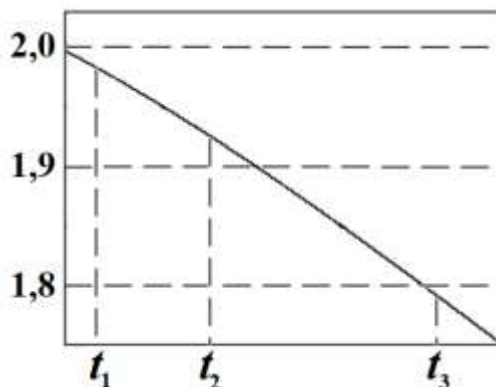
- А) 1,4 В
- Б) 1,3 В
- В) 1,2 В
- Г) 1,36 В

Вопрос 17. Для представленного фрагмента аналогового сигнала и заданных уровней квантования верным значением напряжения на выходе квантующего устройства в момент времени t_2 является



- А) 1,6 В
- Б) 1,8 В
- В) 1,75 В
- Г) 1,7 В

Вопрос 18. Для представленного фрагмента аналогового сигнала и заданных уровней квантования верным значением напряжения на выходе квантующего устройства в момент времени t_3 является



- А) 2,0 В
- Б) 1,8 В
- В) 1,78 В
- Г) 1,9 В

Вопрос 19. При увеличении разрядности квантующего устройства на 1 отношение сигнал/шум по отношению к шуму квантования изменяется на

- А) 3 дБ
- Б) 1 дБ
- В) 6 дБ
- Г) 1,5 дБ

Вопрос 20. Переход от 7 разрядного квантователя к 9 разрядному квантователю дает выигрыш в отношении сигнал/шум по отношению к шуму квантования в

- А) 3 дБ
- Б) 2 дБ
- В) 6 дБ
- Г) 12 дБ

Вопрос 21. Пусть верхняя частота в спектре аналогового сигнала равна 5 кГц. Тогда максимально допустимое время дискретизации такого сигнала составляет

- А) 0,2 мс
- Б) 100 мкс
- В) 0,5 мс
- Г) 50 мкс

Вопрос 22. Пусть верхняя частота в спектре аналогового сигнала равна 20 кГц. Тогда минимально допустимое значение частоты дискретизации такого сигнала равно

- А) 20 кГц
- Б) 10 кГц
- В) 40 кГц
- Г) 8 кГц

Вопрос 23. К периодическим сигналам относятся

- А) гармонический сигнал
- Б) прямоугольный импульс
- В) меандр
- Г) пилообразное колебание

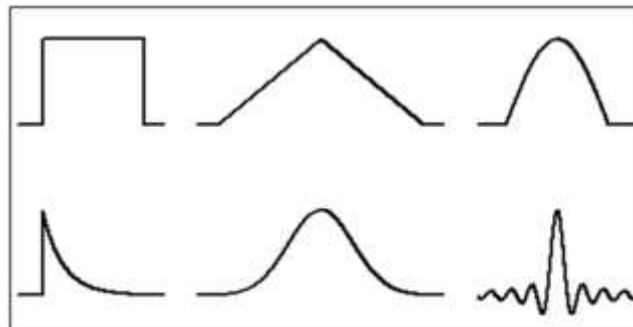
Вопрос 24. Сумма двух гармонических сигналов является периодической при следующих значениях их циклических частот

- А) сумма двух гармонических сигналов с частотами 10 кГц и 17 кГц
- Б) сумма двух гармонических сигналов с частотами 2 кГц и 1,87 кГц
- В) сумма двух гармонических сигналов с частотами 5 кГц и $10\sqrt{2}$ кГц
- Г) сумма двух гармонических сигналов с частотами 10 кГц и π кГц

Вопрос 25. К полигармоническим сигналам относятся

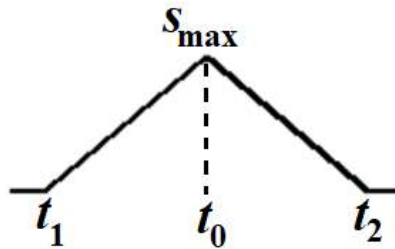
- А) меандр
- Б) пилообразное колебание
- В) периодическая последовательность гауссовых импульсов
- Г) треугольный импульс

Вопрос 26. Из изображенных на рисунке импульсов конечный интервал существования имеют



- А) прямоугольный импульс
- Б) гауссов импульс
- В) косинусоидальный импульс
- Г) sinc-импульс
- Д) треугольный импульс
- Е) экспоненциальный импульс

Вопрос 27. Известно, что математическая модель треугольного импульса



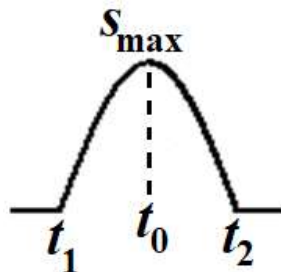
имеет следующий вид

$$s(t) = \begin{cases} k \cdot (t - t_1), & \text{если } t \in [t_1, t_0] \\ -k \cdot (t - t_2), & \text{если } t \in [t_0, t_2] \\ 0, & \text{если } t \notin [t_1, t_2] \end{cases}$$

При этом параметр k определяется следующим образом

- А) $\frac{s_{\max}}{t_0 - t_1}$
- Б) $\frac{s_{\max}}{t_2 - t_1}$
- В) $s_{\max} (t_2 - t_1)$
- Г) $s_{\max} \cdot t_0$

Вопрос 28. Известно, что математическая модель импульса гармонической формы



имеет следующий вид

$$s(t) = \begin{cases} s_{\max} \cdot \sin(\Omega \cdot (t - t_1)), & \text{если } t \in [t_1, t_2] \\ 0, & \text{если } t \notin [t_1, t_2] \end{cases}$$

При этом параметр Ω определяется следующим образом

- А) $\frac{\pi}{t_0 - t_1}$
- Б) $\frac{2\pi}{t_0 - t_1}$
- В) $\frac{\pi}{t_2 - t_1}$
- Г) $\frac{2\pi}{t_2 - t_1}$

Вопрос 29. длительность импульсного сигнала с амплитудой $s_{\max}$ определяется по уровню

- А) $0,1 \cdot s_{\max}$
- Б) $0,9 \cdot s_{\max}$
- В) $0,707 \cdot s_{\max}$
- Г) $0,5 \cdot s_{\max}$

Вопрос 30. Скважность импульсов в периодической последовательности с периодом T и длительностью одиночного импульса τ равна

- А) $q = \frac{\tau}{T}$
- Б) $q = \frac{T}{\tau}$
- В) $q = \frac{T}{2\tau}$
- Г) $q = \frac{T}{\sqrt{2}\tau}$

Вопрос 31. Выражение для средней мощности периодического сигнала с периодом T имеет вид

- А) $\overline{s^2(t)} = \int_0^T s^2(t) dt$
- Б) $\overline{s^2(t)} = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s^2(t) dt$
- В) $\overline{s^2(t)} = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$
- Г) $\overline{s^2(t)} = \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$

Вопрос 32. Понятие средней мощности применимо к следующим сигналам

- А) гармонический сигнал
- Б) одиночный импульс с конечным временем существования
- В) пачка импульсов
- Г) полигармонический сигнал
- Д) почти периодический сигнал
- Е) одиночный импульс с бесконечным временем существования

Вопрос 33. Выражение для энергии сигнала имеет вид

А) $E = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$

Б) $E = \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt$

В) $E = s^2(t)$

Г) $E = \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$

Вопрос 34. Понятие энергии применимо к следующим сигналам

А) гармонический сигнал

Б) одиночный импульс с конечным временем существования

В) пачка импульсов

Г) полигармонический сигнал

Д) почти периодический сигнал

Е) одиночный импульс с бесконечным временем существования

Вопрос 35. Средняя мощность гармонического сигнала вида

$$s(t) = s_{\max} \cdot \cos(\Omega \cdot t + \varphi)$$

равна

А) $\overline{s^2(t)} = s_{\max}^2$

Б) $\overline{s^2(t)} = \frac{s_{\max}^2}{\sqrt{2}}$

В) $\overline{s^2(t)} = \frac{s_{\max}^2}{\pi}$

Г) $\overline{s^2(t)} = \frac{s_{\max}^2}{2}$

Вопрос 36. Средняя мощность периодического сигнала вида

$$s(t) = 10 \cdot \cos(\Omega \cdot t + \varphi_1) + 4 \cdot \cos(2\Omega \cdot t + \varphi_2)$$

равна

А) 116

Б) 58

В) 98

Г) 196

Тест 2. «Спектральный и корреляционный методы анализа»

Вопрос 1. Для однозначного определения коэффициентов разложения базисные функции обобщенного ряда Фурье должны обладать следующим свойством

А) средняя мощность всех базисных функций на интервале, равном периоду раскладываемого в ряд сигнала, должна быть одинаковой

Б) амплитуда всех базисных функций должна быть одинаковой

В) все базисные функции должны быть ортогональны друг другу на интервале, равном периоду раскладываемого в ряд сигнала

Г) все базисные функции должны быть периодическими с одним и тем же значением периода

Вопрос 2. Выражение, определяющее скалярное произведение двух базисных функций на интервале, равном периоду раскладываемого в ряд сигнала, имеет вид

А) $(\varphi_k, \varphi_n) = \int_0^T \varphi_k(t) \cdot \varphi_n(t) dt$

Б) $(\varphi_k, \varphi_n) = \int_0^T \varphi_k^2(t) \cdot \varphi_n^2(t) dt$

В) $(\varphi_k, \varphi_n) = \sqrt{\int_0^T \varphi_k^2(t) \cdot \varphi_n^2(t) dt}$

Г) $(\varphi_k, \varphi_n) = \varphi_k(t) \cdot \varphi_n(t)$

Вопрос 3. Условие ортогональности базисных функций имеет вид

А) $\begin{cases} (\varphi_k, \varphi_n) = 0, & \text{если } k = n \\ (\varphi_k, \varphi_n) \neq 0, & \text{если } k \neq n \end{cases}$

Б) $\begin{cases} \overline{\varphi_k^2(t)} \cdot \overline{\varphi_n^2(t)} = 0, & \text{если } k \neq n \\ \overline{\varphi_k^2(t)} \cdot \overline{\varphi_n^2(t)} \neq 0, & \text{если } k = n \end{cases}$

В) $\begin{cases} (\varphi_k, \varphi_n) = 0, & \text{если } k \neq n \\ (\varphi_k, \varphi_n) \neq 0, & \text{если } k = n \end{cases}$

Г) $\begin{cases} \overline{\varphi_k(t)} \cdot \overline{\varphi_n(t)} = 0, & \text{если } k \neq n \\ \overline{\varphi_k(t)} \cdot \overline{\varphi_n(t)} \neq 0, & \text{если } k = n \end{cases}$

Вопрос 4. Выражение, определяющее коэффициенты разложения в обобщенном ряде Фурье, имеет вид

А) $C_n = (s, \varphi_n)$

Б) $C_n = \frac{(s, \varphi_n)}{(s, s)}$

В) $C_n = \frac{(\varphi_n, \varphi_n)}{(s, \varphi_n)}$

Г) $C_n = \frac{(s, \varphi_n)}{(\varphi_n, \varphi_n)}$

Вопрос 5. Соотношение между средними мощностями периодического сигнала $s(t)$ и усеченного ряда Фурье $s_N(t)$, содержащего N первых базисных функций, имеет вид

А) $\overline{s_N^2(t)} = \frac{1}{N} \cdot \overline{s^2(t)}$

Б) $\overline{s_N^2(t)} = \frac{1}{N^2} \cdot \overline{s^2(t)}$

В) $\overline{s_N^2(t)} > \overline{s^2(t)}$

Г) $\overline{s_N^2(t)} < \overline{s^2(t)}$

Вопрос 6. Выражение для тригонометрического ряда Фурье для периодический сигнал $s(t)$ с периодом T имеет вид

А) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi_n\right)$

Б) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{2\pi n t}{T} + \varphi_n\right)$

В) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{\pi n t}{T} + \varphi_n\right)$

Г) $s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos\left(\frac{\pi t}{T} + \varphi_n\right)$

Вопрос 7. Пусть периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\Omega t + \varphi_n)$$

Тогда амплитудный спектр периодического сигнала определяется как

- А) совокупность чисел $\{A_1, A_2, \dots, A_n, \dots\}$
- Б) совокупность чисел $\left\{\frac{a_0}{2}, A_1, A_2, \dots, A_n, \dots\right\}$
- В) совокупность чисел $\left\{\left|\frac{a_0}{2}\right|, A_1, A_2, \dots, A_n, \dots\right\}$
- Г) совокупность чисел $\left\{\left(\frac{a_0}{2}\right)^2, \frac{A_1^2}{2}, \frac{A_2^2}{2}, \dots, \frac{A_n^2}{2}, \dots\right\}$

Вопрос 8. Пусть периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\Omega t + \varphi_n)$$

Тогда фазовый спектр периодического сигнала определяется как

- А) совокупность чисел $\{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n, \dots\}$
- Б) совокупность чисел $\left\{\arg\left(\frac{a_0}{2}\right), \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n, \dots\right\}$
- В) совокупность чисел $\{\Omega, 2\Omega, 3\Omega, \dots, n\Omega, \dots\}$
- Г) совокупность полных фаз $\{(\Omega t + \varphi_1), (2\Omega t + \varphi_2), \dots, (n\Omega t + \varphi_n), \dots\}$

Вопрос 9. Пусть четный периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\Omega t) + b_n \sin(n\Omega t)]$$

Тогда для коэффициентов разложения справедливо равенство

- А) $a_n = 0$ для любого n
- Б) $b_n = 0$ для любого n
- В) $a_{2n} = 0, b_{2n} = 0$ для любого n
- Г) $a_{2n+1} = 0, b_{2n+1} = 0$ для любого n

Вопрос 10. Пусть нечетный периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\Omega t) + b_n \sin(n\Omega t)]$$

Тогда для коэффициентов разложения справедливо равенство

- А) $a_n = 0$ для любого n
- Б) $b_n = 0$ для любого n
- В) $a_{2n} = 0, b_{2n} = 0$ для любого n
- Г) $a_{2n+1} = 0, b_{2n+1} = 0$ для любого n

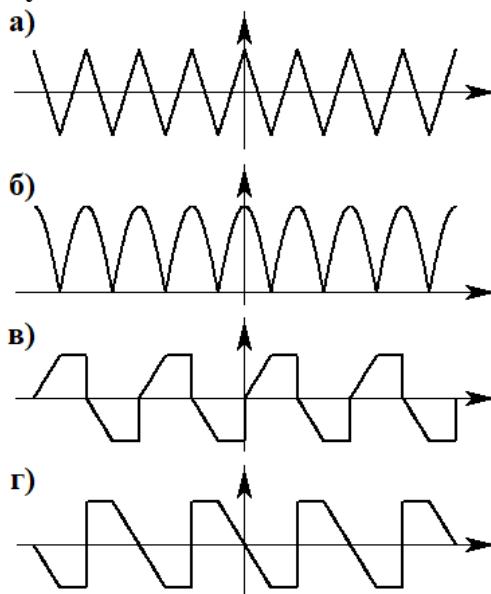
Вопрос 11. Пусть зеркально симметричный периодический сигнал $s(t)$ разложен в тригонометрический ряд Фурье вида

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\Omega t) + b_n \sin(n\Omega t)]$$

Тогда для коэффициентов разложения справедливо равенство

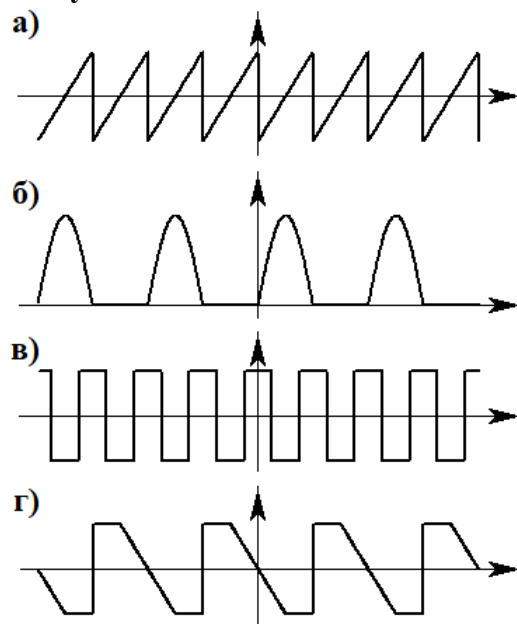
- А) $a_n = 0$ для любого n
- Б) $b_n = 0$ для любого n
- В) $a_{2n} = 0, b_{2n} = 0$ для любого n
- Г) $a_{2n+1} = 0, b_{2n+1} = 0$ для любого n

Вопрос 12. Из приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов видно, что четными являются следующие сигналы



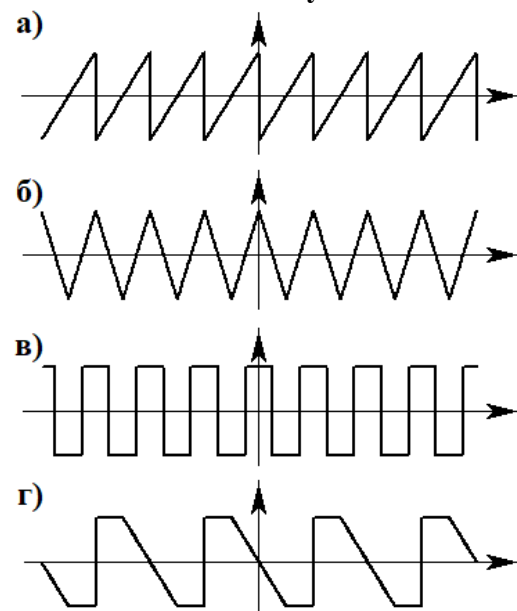
- А) а, б
- Б) а, б, в
- В) а, б, г
- Г) а, г

Вопрос 13. Из приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов видно, что нечетными являются следующие сигналы



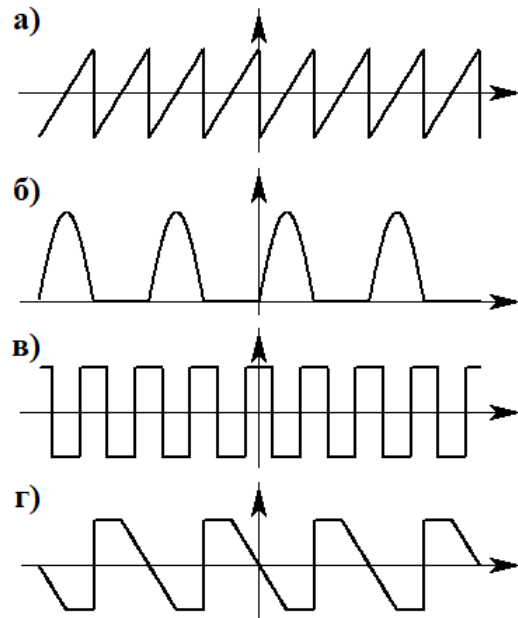
- А) а, б
- Б) а, г
- В) а, в, г
- Г) б, г

Вопрос 14. Из приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов видно, что зеркально симметричными являются следующие сигналы



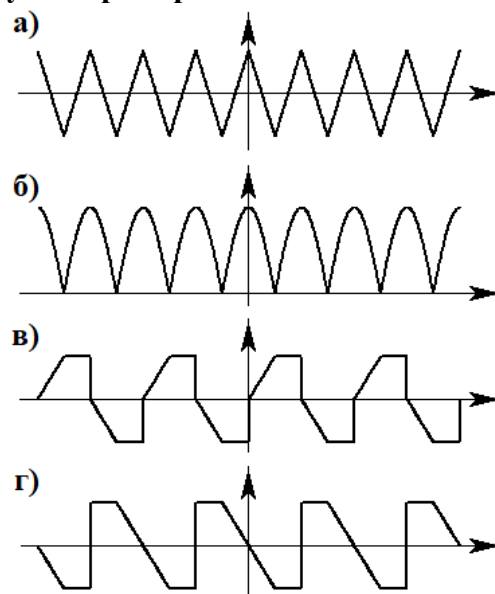
- А) б, в
- Б) б, в, г
- В) а, б, в
- Г) а, б, г

Вопрос 15. По форме приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов можно заключить, что амплитудный спектр следующих сигналов убывает обратно пропорционально номеру гармоники



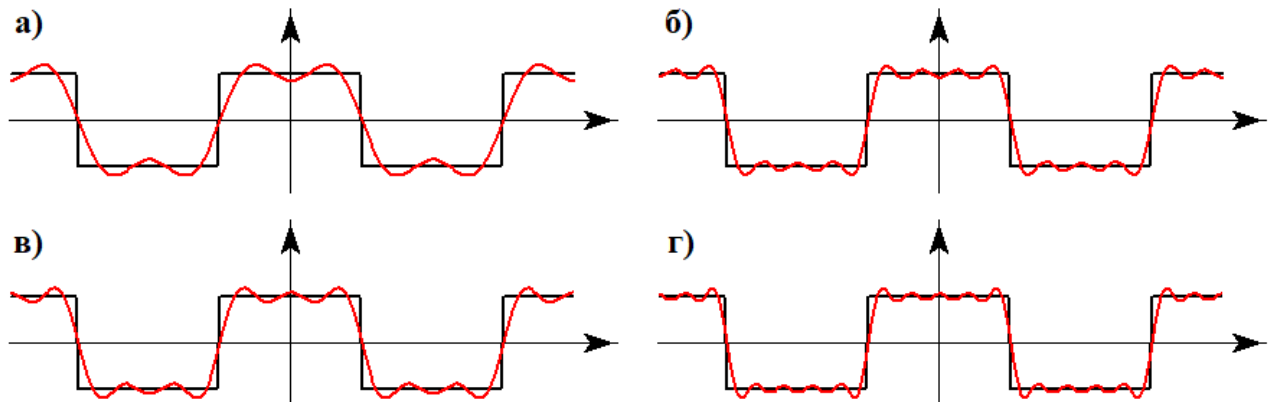
- А) а в
- Б) а, г
- В) а, в, г
- Г) б, г

Вопрос 16. По форме приведенных на рисунке временных диаграмм сигналов можно заключить, что амплитудный спектр следующих сигналов убывает обратно пропорционально квадрату номеру гармоники



- А) а, в, г
- Б) а, в
- В) а, г
- Г) а, б

Вопрос 17. Временная диаграмма усеченного ряда Фурье для меандра, содержащая три первых гармоники, имеет вид



- А) а
- Б) б
- В) в
- Г) г

Вопрос 18. Известно, что усеченный ряд Фурье для меандра, состоящий из одной гармоники, содержит 81,1% от всей средней мощности периодического сигнала, а из первой и третьей гармоник – 90,1%. Тогда при увеличении числа гармоник и одном и том же значении спектральной плотности средней мощности шума отношение сигнал/шум в канале связи

- А) увеличиться на 0,46 дБ
- Б) увеличиться на 0,91 дБ
- В) уменьшится на 4,77 дБ
- Г) уменьшится на 9,54 дБ
- Д) уменьшится на 4,31 дБ

Вопрос 19. Известно, что усеченный ряд Фурье для меандра, состоящий из одной гармоники, содержит 81,1% от всей средней мощности периодического сигнала, а из первой, третьей и пятой гармоник – 93,3%. Тогда при увеличении числа гармоник и одном и том же значении спектральной плотности средней мощности шума отношение сигнал/шум в канале связи

- А) уменьшится на 6,38 дБ
- Б) увеличиться на 0,61 дБ
- В) увеличиться на 1,22 дБ
- Г) уменьшится на 6,99 дБ
- Д) уменьшится на 13,98 дБ

Вопрос 20. Периодический сигнал представляет собой последовательность импульсов со скважностью $q = 6$. В спектре такого сигнала отсутствуют гармоники с номерами

- А) гармоники с номерами от 0 до 6;
- Б) гармоники с номерами больше 6
- В) гармоники с четными номерами
- Г) гармоники с номерами, кратными 6, т.е. 6, 12, 18 и т.д.

Вопрос 21. Периодический сигнал представляет собой последовательность импульсов со скважностью $q = 5,3$. В спектре такого сигнала отсутствуют гармоники с номерами

- А) гармоники с номерами от 0 до 5
- Б) гармоники с номерами больше 5
- В) гармоники с нечетными номерами
- Г) гармоники с номерами, кратными 53, т.е. 53, 106, 159 и т.д.

Вопрос 22. В соответствии с равенством Парсеваля средняя мощность периодического сигнала равна сумме

- А) мощности постоянной составляющей и пиковых мощностей всех гармоник в разложении сигнала
- Б) мощности постоянной составляющей и средних мощностей всех гармоник в разложении сигнала
- В) пиковых мощностей всех гармоник в разложении сигнала
- Г) средних мощностей всех гармоник в разложении сигнала

Вопрос 23. Выражение для прямого преобразования Фурье имеет вид

- А) $F(j\omega) = \int_0^{\infty} s(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$
- Б) $F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot e^{j\omega t} dt$
- В) $F(j\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot e^{j\omega t} dt$
- Г) $F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$

Вопрос 24. Выражение для обратного преобразования Фурье имеет вид

- А) $s(t) = \int_0^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{-j\omega t} d\omega$
- Б) $s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$
- В) $s(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$
- Г) $s(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(j\omega) \cdot e^{-j\omega t} d\omega$

Вопрос 25. Функции, описывающие амплитудный и фазовый спектры импульсного сигнала, обладают следующими свойствами

- А) для амплитудного спектра – четная, а для фазового спектра – нечетная
- Б) для амплитудного спектра – нечетная, а для фазового спектра – четная
- В) для обоих спектров – четная
- Г) для обоих спектров – нечетная

Вопрос 26. Спектральная плотность четного импульсного сигнала и его фазовый спектр принимают следующие значения

- А) спектральная плотность мнимая, фазовый спектр принимает значения 0 и π рад
- Б) спектральная плотность мнимая, фазовый спектр принимает значения $-\pi/2$ и $\pi/2$ рад
- В) спектральная плотность вещественная, фазовый спектр принимает значения 0 и π рад
- Г) спектральная плотность вещественная, фазовый спектр принимает значения $-\pi/2$ и $\pi/2$ рад
- Д) спектральная плотность комплексная, фазовый спектр принимает произвольные значения

Вопрос 27. Спектральная плотность нечетного импульсного сигнала и его фазовый спектр принимают следующие значения

- А) спектральная плотность мнимая, фазовый спектр принимает значения 0 и π рад
- Б) спектральная плотность мнимая, фазовый спектр принимает значения $-\pi/2$ и $\pi/2$ рад
- В) спектральная плотность вещественная, фазовый спектр принимает значения 0 и π рад
- Г) спектральная плотность вещественная, фазовый спектр принимает значения $-\pi/2$ и $\pi/2$ рад
- Д) спектральная плотность комплексная, фазовый спектр принимает произвольные значения

Вопрос 28. Значение спектральной плотности четного импульсного сигнала для нулевого значения частоты равно

- А) амплитуде импульса
- Б) длительности импульса
- В) площади импульса
- Г) нулю
- Д) энергии импульса

Вопрос 29. Значение спектральной плотности нечетного импульсного сигнала для нулевого значения частоты равно

- А) амплитуде импульса
- Б) длительности импульса
- В) площади импульса
- Г) нулю
- Д) энергии импульса

Вопрос 30. Выражение для энергетического спектра импульсного сигнала, спектральная плотность которого равна $F(j\omega)$, имеет вид

А) $|F(j\omega)|$

Б) $|F^*(j\omega)|$

В) $|F(j\omega)|^2$

Г) $F^2(j\omega)$

Вопрос 31. Спектральная плотность $F(j\omega)$ имеет следующий физический смысл

А) квадрат модуля спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 Гц в окрестности этой частоты

Б) квадрат модуля спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 рад/с в окрестности этой частоты

В) квадрат спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 Гц в окрестности этой частоты

Г) квадрат спектральной плотности на данной частоте равен энергии сигнала, измеренной в полосе 1 рад/с в окрестности этой частоты

Вопрос 32. Для оценки ширины энергетического спектра импульсного сигнала могут применяться следующие критерии

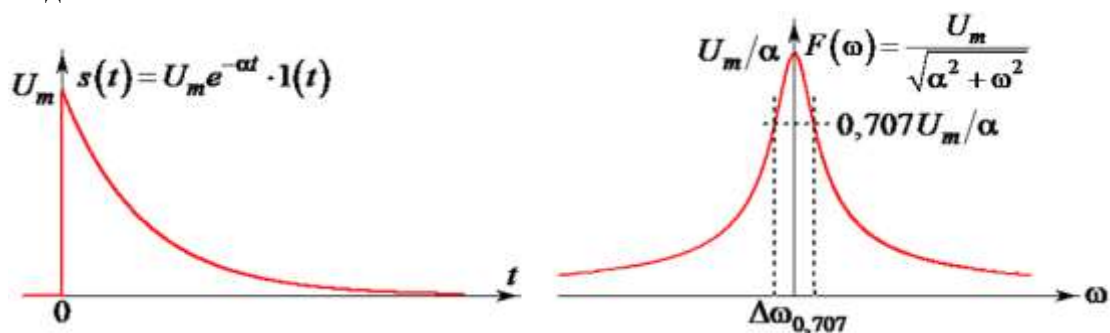
А) содержание в данной полосе частот заданной доли энергии импульсного сигнала

Б) уменьшение энергетического спектра ниже определенного уровня за пределами данной полосы частот

В) уменьшение энергетического спектра ниже определенного уровня в пределах данной полосы частот

Г) среднеквадратическая оценка ширины спектра

Вопрос 33. Известно, что амплитудный спектр экспоненциального импульса имеет вид



При этом значение ширины спектра по уровню 0,707 составляет

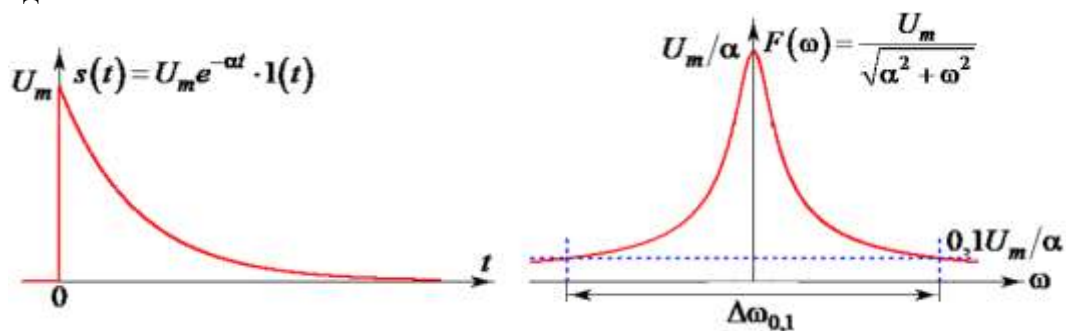
А) $\Delta\omega_{0,707} = \alpha$

Б) $\Delta\omega_{0,707} = 2\alpha$

В) $\Delta\omega_{0,707} = 0,707\alpha$

Г) $\Delta\omega_{0,707} = 1,41\alpha$

Вопрос 34. Известно, что амплитудный спектр экспоненциального импульса имеет вид



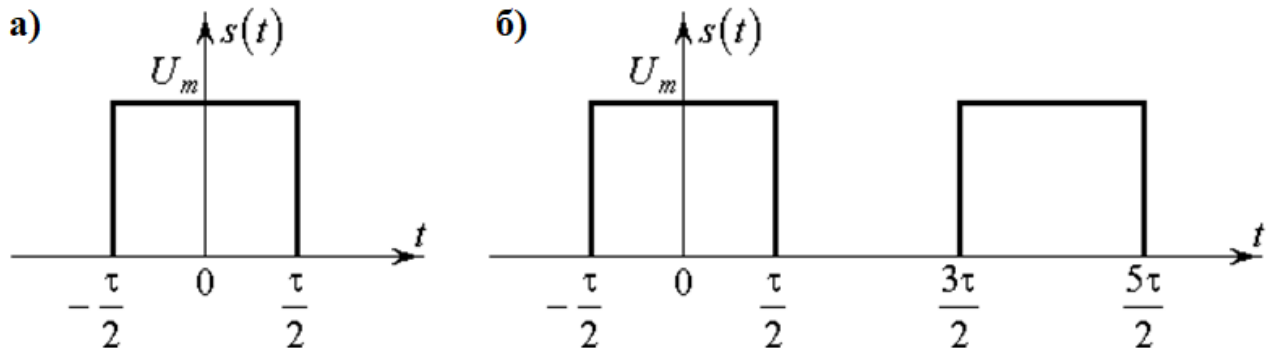
При этом значение ширины спектра по уровню 0,707 составляет

- А) $\Delta\omega_{0,1} = 20\alpha$
- Б) $\Delta\omega_{0,1} = 2\alpha$
- В) $\Delta\omega_{0,1} = 10\alpha$
- Г) $\Delta\omega_{0,1} = 0,1\alpha$

Вопрос 35. Пусть периодический сигнал образован повторением импульса заданной формы $s(t)$ с периодом T . Тогда выражение, определяющее связь комплексных амплитуд гармоник $\dot{A}_n$ в разложении периодического сигнала и спектральной плотности $F(j\omega)$ одиночного импульса, имеет вид

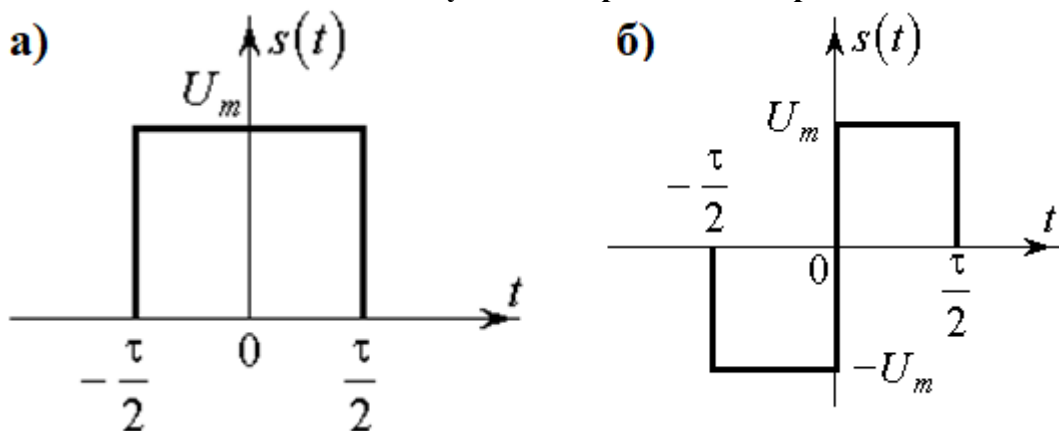
- А) $\dot{A}_n = F\left(j \frac{2\pi n}{T}\right)$
- Б) $\dot{A}_n = \frac{1}{T} F\left(j \frac{\pi n}{T}\right)$
- В) $\dot{A}_n = \frac{1}{T} F\left(j \frac{2\pi n}{T}\right)$
- Г) $\dot{A}_n = \frac{2}{T} F\left(j \frac{2\pi n}{T}\right)$

Вопрос 36. Пусть известна спектральная плотность четного прямоугольного импульса. Тогда для отыскания спектральной плотности пачки импульсов необходимо использовать следующие теоремы о спектрах



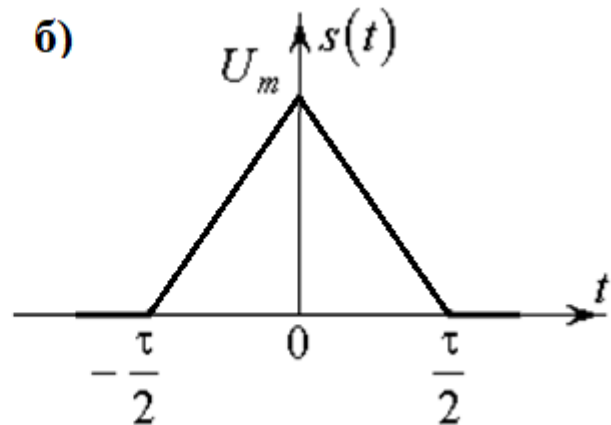
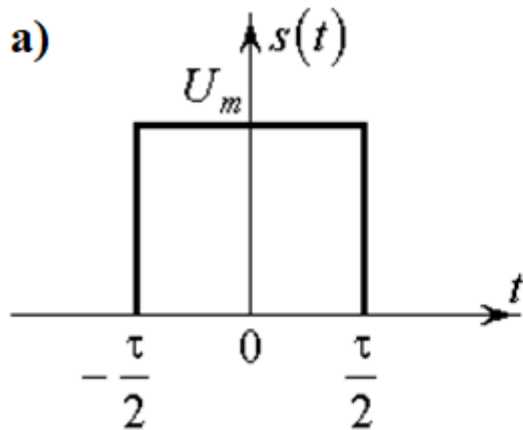
- А) теорема линейности
- Б) теорема смещения
- В) теорема запаздывания
- Г) теорема об изменении масштаба времени
- Д) теорема дифференцирования

Вопрос 37. Пусть известна спектральная плотность четного прямоугольного импульса. Тогда для отыскания спектральной плотности биполярного составного импульса необходимо использовать следующие теоремы о спектрах



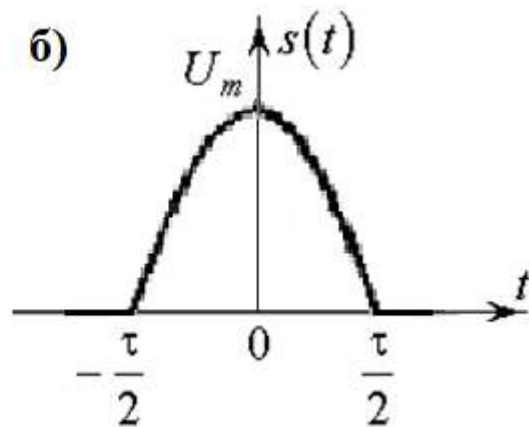
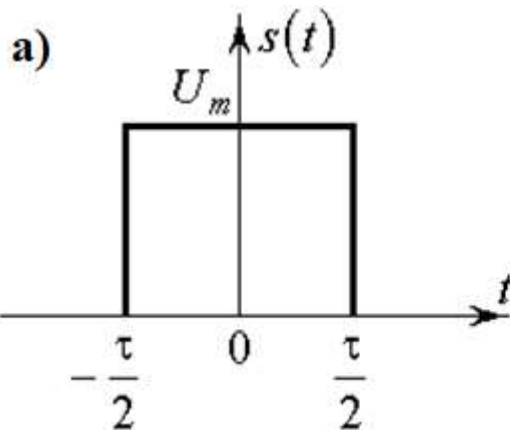
- А) теорема линейности
- Б) теорема смещения
- В) теорема запаздывания
- Г) теорема об изменении масштаба времени
- Д) теорема интегрирования

Вопрос 38. Пусть известна спектральная плотность четного прямоугольного импульса. Тогда для отыскания спектральной плотности треугольного импульса необходимо использовать следующие теоремы о спектрах



- А) теорема линейности
- Б) теорема смещения
- В) теорема запаздывания
- Г) теорема об изменении масштаба времени
- Д) теорема дифференцирования

Вопрос 39. Пусть известна спектральная плотность четного прямоугольного импульса. Тогда для отыскания спектральной плотности импульса гармонической формы необходимо использовать следующие теоремы о спектрах



- А) теорема линейности
- Б) теорема смещения
- В) теорема запаздывания
- Г) теорема об изменении масштаба времени
- Д) теорема дифференцирования

Вопрос 40. Сглаживающие окна при свертке с сигналом выполняют следующие функции

- А) расширяют спектр сигнала
- Б) уменьшают ширину спектральной линии
- В) уменьшают уровень боковых лепестков в спектре сигнала
- Г) уменьшают число боковых лепестков в спектре сигнала

Вопрос 41. Выражения для корреляционной функции импульсного сигнала имеют вид

А) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(\tau) dt$

Б) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(t-\tau) dt$

В) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)s(t+\tau) dt$

Г) $K(\tau) = \int_{-\tau/2}^{\tau/2} s^2(t) dt$

Вопрос 42. Корреляционная функция импульсного сигнала должна обладать следующими свойствами

- А) $K(\tau) = K(-\tau)$
- Б) $K(\tau) = -K(-\tau)$
- В) $K(0) = E$
- Г) $K(0) = 0$
- Д) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K(\tau) = 0$
- Е) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K(\tau) = E$

Вопрос 43. Выражения для корреляционной функции периодического сигнала имеют вид

А) $K(\tau) = \int_0^T s(t)s(t-\tau) dt$

Б) $K(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^{\tau} s(t)s(t+\tau) dt$

В) $K(\tau) = \frac{1}{T} \int_0^T s(t)s(t+\tau) dt$

Г) $K(\tau) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t)s(t-\tau) dt$

Вопрос 44. Корреляционная функция периодического сигнала должна обладать следующими свойствами

А) $K(\tau) = K(-\tau)$

Б) $K(\tau) = -K(-\tau)$

В) $K(0) = E$

Г) $K(0) = \overline{s^2(t)}$

Д) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K(\tau) = 0$

Е) $K(\tau + n \cdot T) = K(\tau)$

Вопрос 45. Выражения, определяющие связь энергетического спектра $S(\omega)$ и корреляционной функции $K(\tau)$ вещественного сигнала, имеют вид

А) $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} d\tau$

Б) $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{j\omega\tau} d\tau$

В) $S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} d\tau$

Г) $S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) \cdot e^{j\omega\tau} d\tau$

Вопрос 46. Выражения, определяющие связь корреляционной функции $K(\tau)$ и энергетического спектра $S(\omega)$ вещественного сигнала, имеют вид

А) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau} d\omega$

Б) $K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$

В) $K(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau} d\omega$

Г) $K(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$

Вопрос 47. Выражение для определения времени корреляции имеет вид

А) $\tau_k = \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) d\tau$

Б) $\tau_k = \int_{-\infty}^{\infty} |K(\tau)| d\tau$

В) $\tau_k = \int_0^{\infty} |K(\tau)| d\tau$

Г) $\tau_k = \frac{1}{E} \int_0^{\infty} |K(\tau)| d\tau$

Вопрос 48. Выражение для определения эффективной ширины энергетического спектра имеет вид

А) $\Delta f_{\text{эфф}} = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) df$

Б) $\Delta f_{\text{эфф}} = \int_0^{\infty} S(f) df$

В) $\Delta f_{\text{эфф}} = \frac{1}{S_{\max}} \int_0^{\infty} S(f) df$

Г) $\Delta f_{\text{эфф}} = \frac{1}{S(0)} \int_0^{\infty} S(f) df$

Вопрос 49. Наименьшее значение произведения эффективной ширины энергетического спектра $\Delta f_{\text{эфф}}$ и времени корреляции τ_k равно

А) 1

Б) 0,5

В) 0,25

Г) $\pi/2$

Вопрос 50. Выражения для взаимной корреляционной функции двух вещественных сигналов имеют вид

А) $K_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s_1(t-\tau) \cdot s_2(t+\tau) dt$

Б) $K_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s_1(t) \cdot s_2(t-\tau) dt$

В) $K_{21}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s_1(t) \cdot s_2(t+\tau) dt$

Г) $K_{12}(\tau) = \int_{-\tau/2}^{\tau/2} s_1(t) \cdot s_2(t-\tau) dt$

Вопрос 51. Взаимная корреляционная функция двух вещественных импульсных сигналов должна обладать следующими свойствами

А) $K_{12}(\tau) = K_{21}(-\tau)$

Б) $K_{12}(\tau) = -K_{21}(-\tau)$

В) $K_{12}(0) = E_{вз} \leq \sqrt{E_1 \cdot E_2}$

Г) $K_{12}(0) = \sqrt{E_1 \cdot E_2}$

Д) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K_{12}(\tau) = 0$

Е) $\lim_{\tau \rightarrow \infty} K_{12}(\tau) = \sqrt{E_1 \cdot E_2}$

Вопрос 52. Выражение, определяющее взаимный спектр двух вещественных сигналов, имеет вид

А) $S_{12}(\omega) = S_1(\omega) \cdot S_2(\omega)$

Б) $S_{12}(\omega) = F_1(j\omega) \cdot F_2(j\omega)$

В) $S_{12}(\omega) = F_1(j\omega) \cdot F_2^*(j\omega)$

Г) $S_{12}(\omega) = |F_1(j\omega)| \cdot |F_2(j\omega)|$

Вопрос 53. Выражение, определяющее связь взаимного спектра $S_{12}(\omega)$ двух вещественных сигналов и их взаимной корреляционной функции $K_{12}(\tau)$, имеет вид

А) $S_{12}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K_{12}(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} d\tau$

Б) $S_{12}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K_{12}(\tau) \cdot e^{j\omega\tau} d\tau$

В) $S_{12}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K_{12}(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} d\tau$

Г) $S_{12}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K_{12}(\tau) \cdot e^{j\omega\tau} d\tau$

Вопрос 54. Выражение, определяющее взаимной корреляционной функции $K_{12}(\tau)$ двух вещественных сигналов и их взаимного спектра $S_{12}(\omega)$, имеет вид

А) $K_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{12}(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau} d\omega$

Б) $K_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{12}(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$

В) $K_{12}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_{12}(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau} d\omega$

Г) $K_{12}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_{12}(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$

Тест 3. «Радиосигналы»

Вопрос 1. Радиосигналом называют

- А) высокочастотное колебание, предназначенное для передачи информации на расстоянии
- Б) низкочастотное колебание, распространяющееся в пространстве в виде электромагнитной волны и служащее для передачи информации на расстоянии
- В) высокочастотное колебание, эффективно излучаемое антенной и распространяющееся в пространстве в виде электромагнитной волны и служащее для передачи информации на расстоянии
- Г) широкополосный сигнал, предназначенный для передачи информации на расстоянии

Вопрос 2. Модуляция представляет собой процесс

- А) изменения параметров высокочастотного колебания в соответствии с законом изменения информационного сигнала
- Б) переноса спектра информационного сигнала из области высоких частот в область низких частот без изменения спектрального состава
- В) нелинейного преобразования спектра информационного сигнала при его переносе из области низких частот в область высоких частот
- Г) изменения параметров низкочастотного колебания при его переносе из области низких частот в область высоких частот

Вопрос 3. Требование к скорости изменения амплитуды радиосигнала с аналоговой модуляцией

$$u(t) = U(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$$

можно записать в виде следующего неравенства

А) $\left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq \frac{\omega_0}{2\pi} U(t)$

Б) $\left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq U(t)$

В) $\left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq \omega_0$

Г) $\left| \frac{dU(t)}{dt} \right| \leq \omega_0 U(t)$

Вопрос 4. Требование к скорости изменения начальной фазы радиосигнала с аналоговой модуляцией

$$u(t) = U(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$$

можно записать в виде следующего неравенства

А) $\left| \frac{d\varphi(t)}{dt} \right| \leq \omega_0$

Б) $\left| \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \right| \leq \omega_0$

В) $\left| \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \right| \leq \omega_0^2$

Г) $\left| \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} \right| \leq \frac{\omega_0^2}{2\pi}$

Вопрос 5. К категории аналоговых видов модуляции относятся

- А) амплитудная модуляция
- Б) широтно-импульсная модуляция
- В) фазовая модуляция
- Г) фазо-импульсная модуляция
- Д) частотная манипуляция
- Е) частотная модуляция
- Ж) квадратурная фазовая манипуляция
- З) импульсно-кодовая модуляция

Вопрос 6. К категории дискретных видов модуляции относятся

- А) амплитудная модуляция
- Б) широтно-импульсная модуляция
- В) фазовая модуляция
- Г) фазо-импульсная модуляция
- Д) частотная манипуляция
- Е) частотная модуляция
- Ж) квадратурная фазовая манипуляция
- З) импульсно-кодовая модуляция

Вопрос 7. К категории цифровых видов модуляции относятся

- А) двоичная фазовая манипуляция
- Б) широтно-импульсная модуляция
- В) квадратурная амплитудная модуляция
- Г) фазо-импульсная модуляция
- Д) частотная манипуляция
- Е) дельта-модуляция
- Ж) квадратурная фазовая манипуляция
- З) импульсно-кодовая модуляция

Вопрос 8. Выражения, описывающие радиосигнал с амплитудной модуляцией, имеют вид

- А) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Б) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- В) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Г) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) + \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$
- Д) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Е) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$

Вопрос 9. Радиосигналом с балансной амплитудной модуляцией называют радиосигнал с амплитудной модуляцией, в спектре которого отсутствует

- А) отсутствует нижняя боковая полоса
- Б) несущее колебание частично подавлено
- В) отсутствует верхняя боковая полоса
- Г) отсутствует несущее колебание

Вопрос 10. Выражения, описывающее радиосигнал с балансной амплитудной модуляцией, имеет вид

- А) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Б) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- В) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Г) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) + \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$
- Д) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Е) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$

Вопрос 11. Выражения, описывающие амплитудно-модулированный радиосигнал с одной боковой полосой, имеют вид

- А) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Б) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- В) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Г) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) + \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$
- Д) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi(t))$
- Е) $u(t) = s(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - \tilde{s}(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$

Вопрос 12. Преимущество использования амплитудно-модулированного радиосигнала с одной боковой полосой и полной несущей перед использованием полного амплитудно-модулированного радиосигнала состоит в

- А) большой экономии мощности передатчика
- Б) экономии частотного ресурса
- В) упрощении выделения информации на приемной стороне канала радиосвязи
- Г) упрощении аппаратуры приемного тракта канала радиосвязи

Вопрос 13. Преимущества использования амплитудно-модулированного радиосигнала с балансной модуляцией перед использованием полного амплитудно-модулированного радиосигнала состоят в

- А) экономии мощности передатчика
- Б) экономии частотного ресурса;
- В) упрощении выделения информации на приемной стороне канала радиосвязи
- Г) упрощении аппаратуры приемного тракта канала радиосвязи
- Д) увеличении отношения сигнал/шум в канале радиосвязи за счет перераспределения мощности передатчика

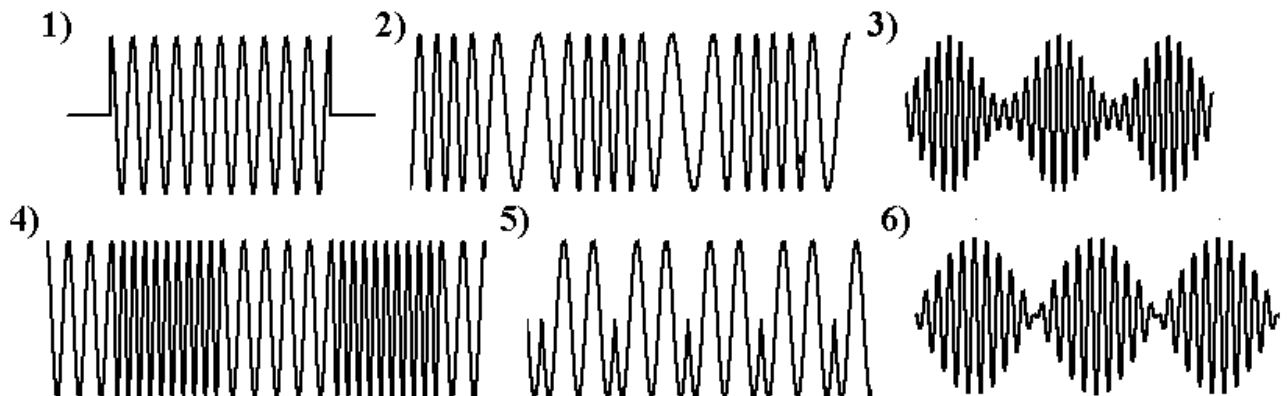
Вопрос 14. Типами радиосигналов с амплитудной модуляцией, для которых возможно выделение несущего колебания из принятого радиосигнала на приемной стороне канала радиосвязи, являются

- А) полный амплитудно-модулированный радиосигнал
- Б) амплитудно-модулированный радиосигнал с частично подавленной несущей
- В) амплитудно-модулированный радиосигнал с одной боковой полосой
- Г) амплитудно-модулированный радиосигнал с балансной модуляцией

Вопрос 15. Методами, которые используются для извлечения информационного сигнала из принятого радиосигнала с амплитудной модуляцией на приемной стороне канала радиосвязи с минимальными нелинейными искажениями, являются

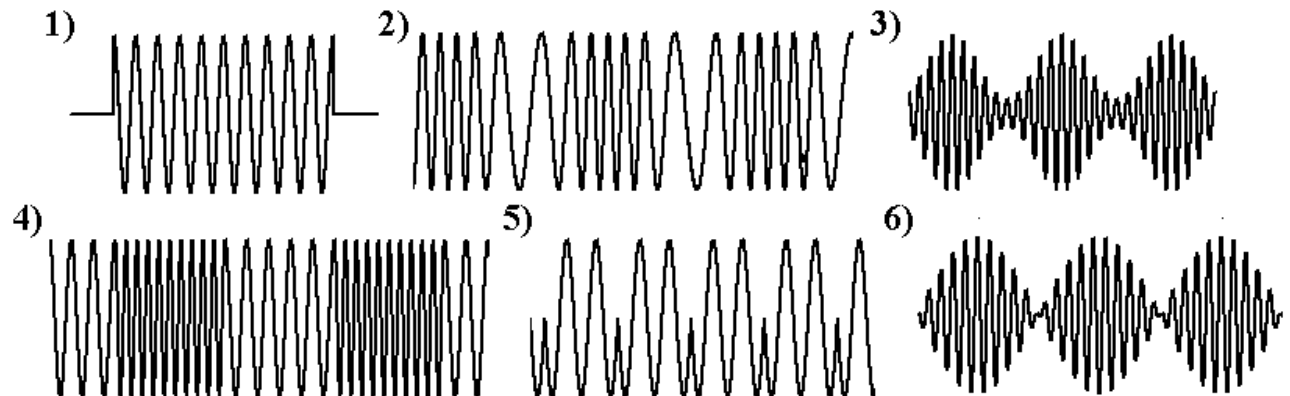
- А) синхронное детектирование
- Б) нелинейное частотное детектирование
- В) нелинейное фазовое детектирование
- Г) нелинейное амплитудное детектирование в режиме слабого сигнала
- Д) нелинейное амплитудное детектирование в режиме сильного сигнала

Вопрос 16. По приведенным временным диаграммам можно заключить, что следующие сигналы имеют амплитудную модуляцию



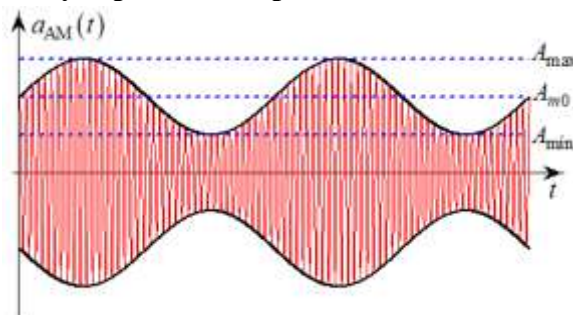
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4
- Д) 5
- Е) 6

Вопрос 17. По приведенным временным диаграммам можно заключить, что следующие сигналы имеют угловую модуляцию



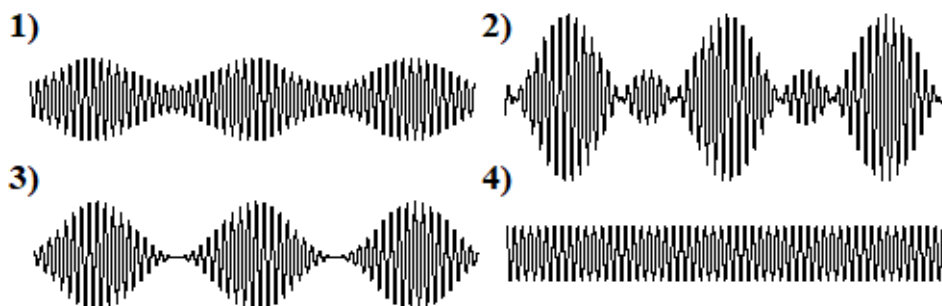
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4
- Д) 5
- Е) 6

Вопрос 18. Выражение для определения глубины амплитудной модуляции одно- тонального амплитудно-модулированного радиосигнала имеет вид



- А) $M = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{m0}}$
- Б) $M = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{A_{m0}}$
- В) $M = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}}$
- Г) $M = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{A_{\max} - A_{\min}}$

Вопрос 19. Соответствие между видом временной диаграммы однотонового амплитудно-модулированного радиосигнала и глубиной модуляции имеет вид



- А) 1) $M=1$, 2) $M=0,5$, 3) $M>1$, 4) $M=0$
 Б) 1) $M>1$, 2) $M=1$, 3) $M=0,5$, 4) $M=0$
 В) 1) $M=0,5$, 2) $M>1$, 3) $M=1$, 4) $M=0$
 Г) 1) $M=0,5$, 2) $M=1$, 3) $M=0$, 4) $M>1$

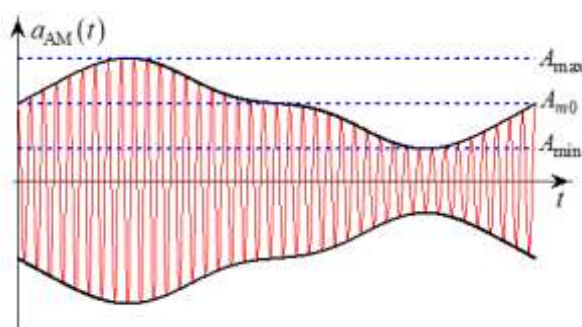
Вопрос 20. Огибающая радиосигнала должна

- А) изменяться медленно по сравнению с высокочастотным заполнением
 Б) иметь одинаковые с радиосигналом значения в точках минимума
 В) иметь одинаковые с радиосигналом значения в точках максимума
 Г) иметь одинаковый с радиосигналом наклон графика в точках максимума

Вопрос 21. У радиосигнала с амплитудной модуляцией будет наблюдаться перемодуляция, если

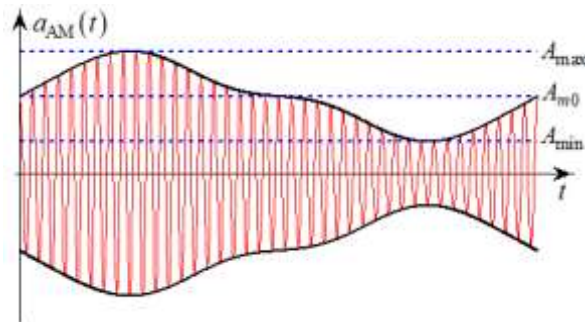
- А) огибающая радиосигнала не является однотоновой
 Б) функция, описывающая огибающую, может принимать отрицательные значения
 В) коэффициент модуляции вниз превышает 1
 Г) коэффициент модуляции вверх превышает 1

Вопрос 22. Выражение для коэффициента амплитудной модуляции вниз имеет вид



- А) $M_{\text{н}} = \frac{A_{\text{max}} - A_{\text{min}}}{A_{m0}}$
 Б) $M_{\text{н}} = \frac{A_{\text{max}} - A_{m0}}{A_{m0}}$
 В) $M_{\text{н}} = \frac{A_{m0} - A_{\text{min}}}{A_{m0}}$
 Г) $M_{\text{н}} = \frac{A_{\text{min}} - A_{m0}}{A_{m0}}$

Вопрос 23. Выражение для коэффициента амплитудной модуляции вверх имеет вид



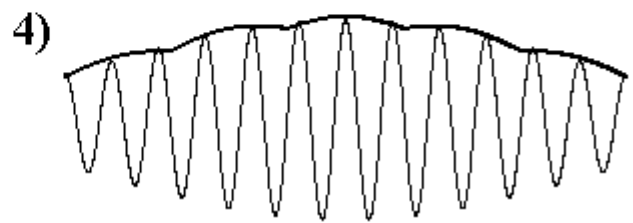
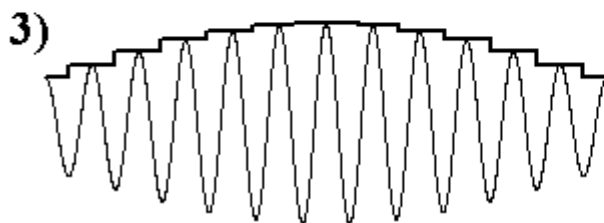
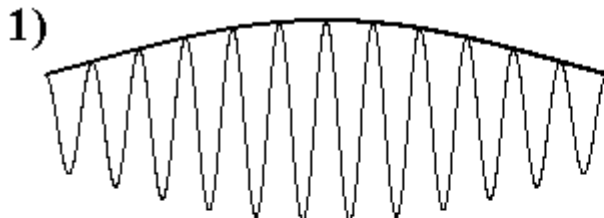
А) $M_{\text{в}} = \frac{A_{\text{max}} - A_{\text{min}}}{A_{m0}}$

Б) $M_{\text{в}} = \frac{A_{\text{max}} - A_{m0}}{A_{m0}}$

В) $M_{\text{в}} = \frac{A_{m0} - A_{\text{min}}}{A_{m0}}$

Г) $M_{\text{в}} = \frac{A_{\text{min}} - A_{m0}}{A_{m0}}$

Вопрос 24. Простейшей огибающей для заданного радиосигнала соответствует следующий вариант



А) 1

Б) 2

В) 3

Г) 4

Вопрос 25. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен сопряженный по Гильберту сигнал $\tilde{a}(t)$. Тогда выражения, определяющие простейшую огибающую радиосигнала, имеют вид

А) $A(t) = \sqrt{a^2(t) + \tilde{a}^2(t)}$

Б) $A(t) = a(t) + j \cdot \tilde{a}(t)$

В) $A(t) = |a(t) + j \cdot \tilde{a}(t)|$

Г) $A(t) = a(t) + \tilde{a}(t)$

Вопрос 26. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен через свои низкочастотные квадратуры

$$a(t) = A_c(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - A_s(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$$

Тогда выражения, определяющие простейшую огибающую радиосигнала, имеют вид

А) $A(t) = \sqrt{A_c^2(t) + A_s^2(t)}$

Б) $A(t) = |A_c(t) + j \cdot A_s(t)|$

В) $A(t) = \arg[A_c(t) + j \cdot A_s(t)]$

Г) $A(t) = \sqrt{A_c^2(t) + A_s^2(t)}$

Вопрос 27. Выражения, описывающие связь мгновенной частоты и полной фазы радиосигнала, имеют вид

А) $\Psi(t) = \omega(t) \cdot t + \varphi_0$

Б) $\Psi(t) = \int \omega(t) dt + \varphi_0$

В) $\omega(t) = \frac{d\Psi(t)}{dt}$

Г) $\omega(t) = \int \Psi(t) dt + \varphi_0$

Вопрос 28. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен сопряженный по Гильберту сигнал $\tilde{a}(t)$. Тогда выражение, определяющее полную фазу радиосигнала, имеет вид

А) $\Psi(t) = \arctg\left(\frac{\tilde{a}(t)}{a(t)}\right)$

Б) $\Psi(t) = \arg(a(t) + j \cdot \tilde{a}(t))$

В) $\Psi(t) = \arg(\tilde{a}(t) + j \cdot a(t))$

Г) $\Psi(t) = \arctg\left(\frac{a(t)}{\tilde{a}(t)}\right)$

Вопрос 29. Пусть для радиосигнала $a(t)$ определен через свои низкочастотные квадратуры

$$a(t) = A_c(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - A_s(t) \cdot \sin(\omega_0 t)$$

Тогда выражение, определяющее приведенную начальную фазу радиосигнала, имеет вид

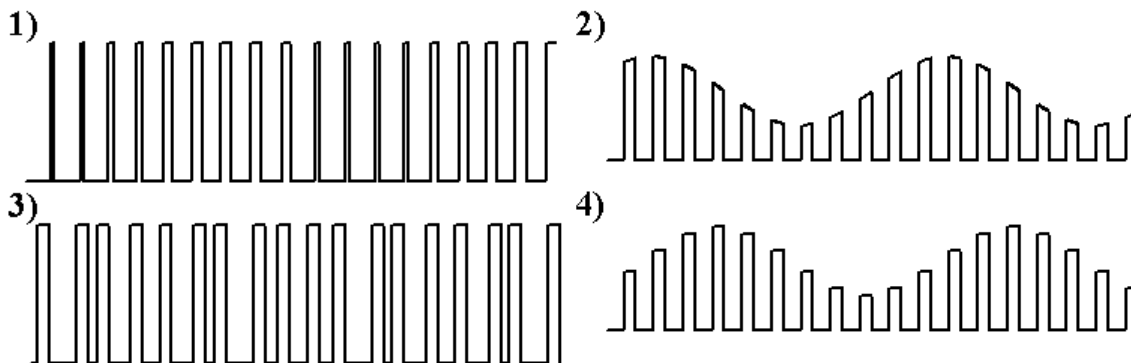
А) $\theta(t) = \arctg\left(\frac{A_c(t)}{A_s(t)}\right)$

Б) $\theta(t) = \arg(A_s(t) + j \cdot A_c(t))$

В) $\theta(t) = \arg(A_c(t) + j \cdot A_s(t))$

Г) $\theta(t) = \arctg\left(\frac{A_s(t)}{A_c(t)}\right)$

Вопрос 30. Временная диаграмма радиосигнала с амплитудно-импульсной модуляцией 1-ого рода имеет вид



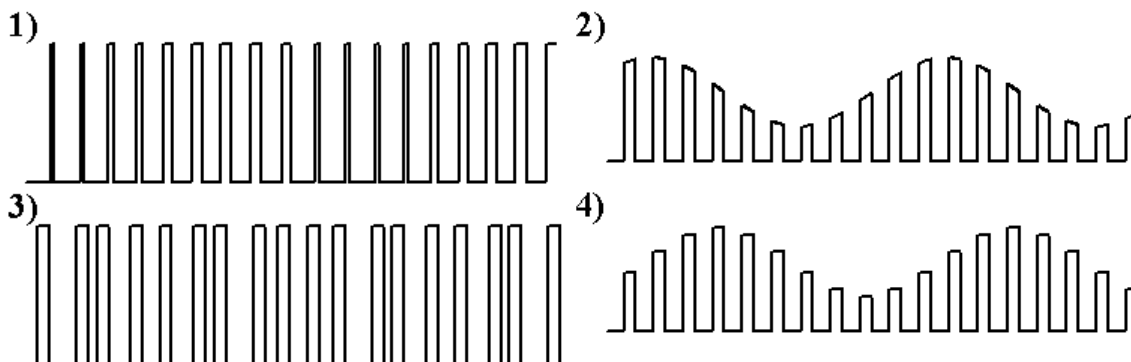
А) 1

Б) 2

В) 3

Г) 4

Вопрос 31. Временная диаграмма радиосигнала с амплитудно-импульсной модуляцией 2-ого рода имеет вид



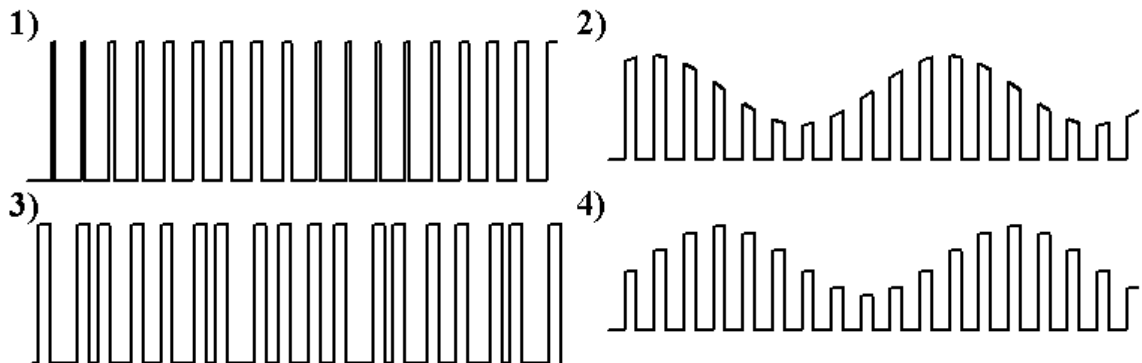
А) 1

Б) 2

В) 3

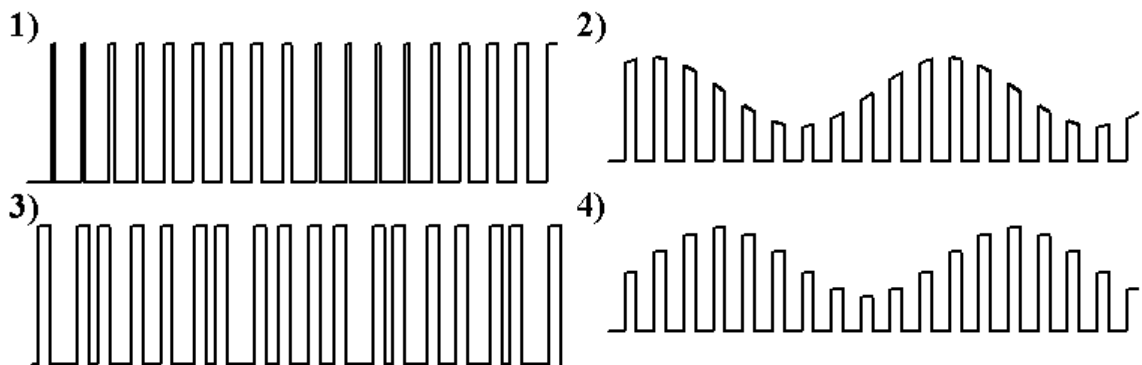
Г) 4

Вопрос 32. Временная диаграмма радиосигнала с широтно-импульсной модуляцией имеет вид



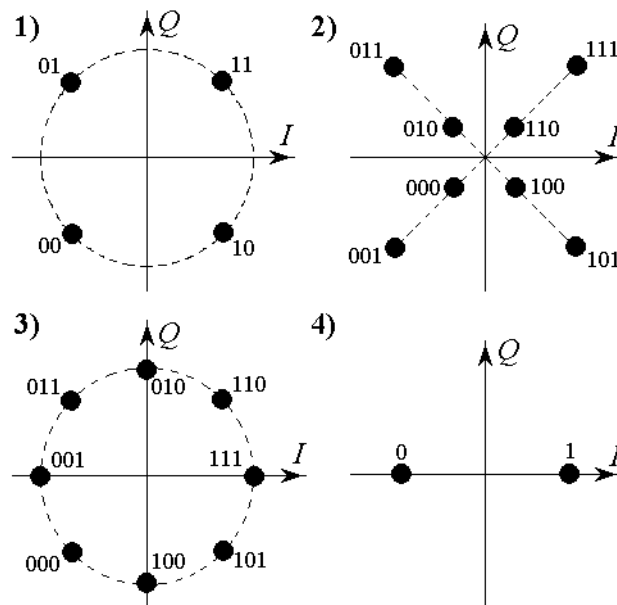
- A) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 33. Временная диаграмма радиосигнала с фазоимпульсной модуляцией имеет вид



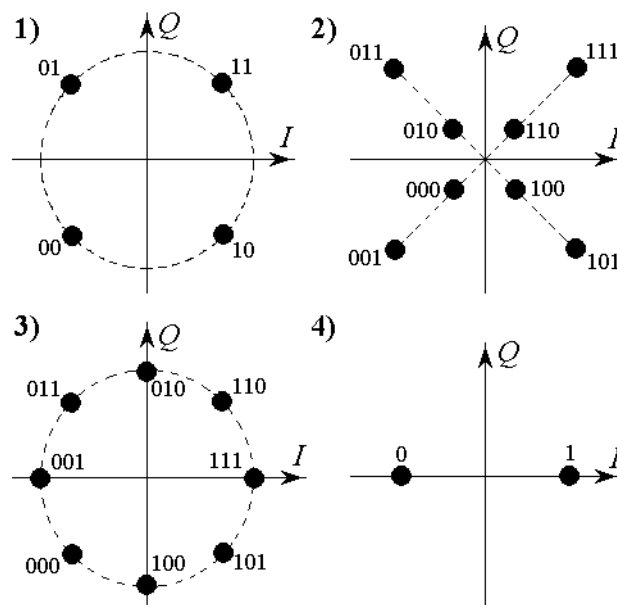
- A) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 34. Сигнальное созвездие, соответствующее модуляции BPSK модуляции, имеет вид



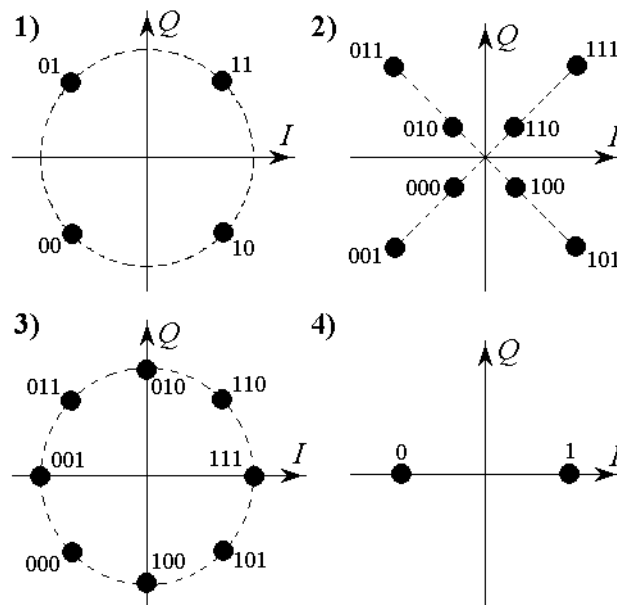
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 35. Сигнальное созвездие, соответствующее модуляции QPSK модуляции, имеет вид



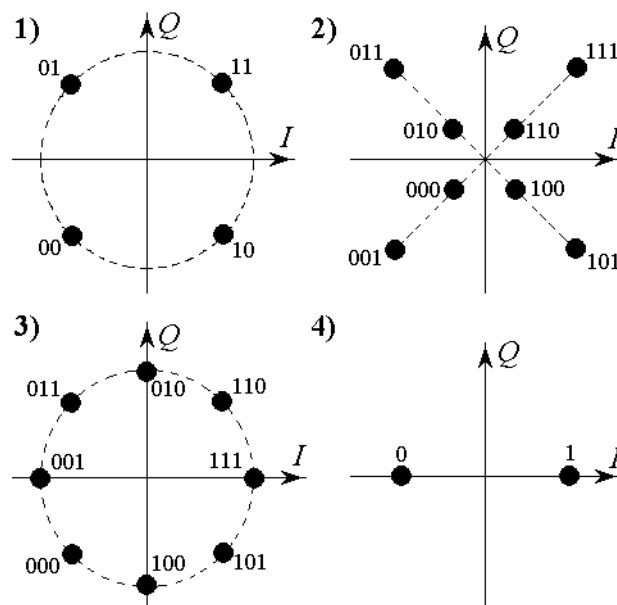
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 36. Сигнальное созвездие, соответствующее модуляции 8-PSK модуляции, имеет вид



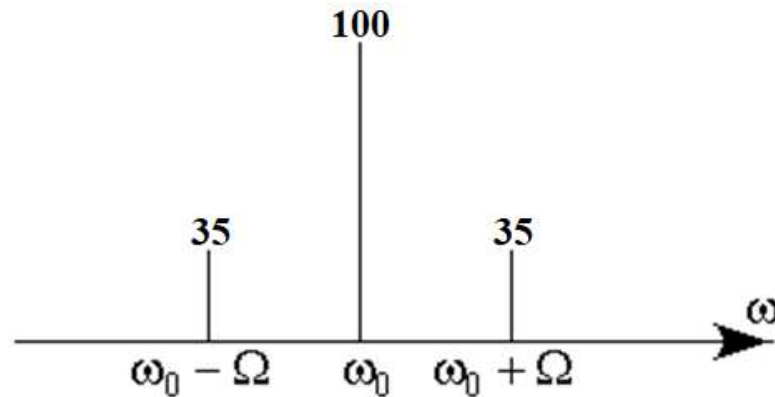
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 37. Сигнальное созвездие, соответствующее модуляции QAM модуляции, имеет вид



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 38. Используя амплитудный спектр однотонового амплитудно-модулированного радиосигнала можно заключить, что радиосигнал имеет следующее значение глубины амплитудной модуляции



- А) $M=0,35$
- Б) $M=0,65$
- В) $M=0,7$
- Г) $M=1,43$

Вопрос 39. Выражение, определяющее ширину спектра многотонального амплитудно-модулированного радиосигнала с несущей частотой ω_0 и частотами модуляции от $\Omega_{\min}$ до $\Omega_{\max}$, имеет вид

- А) $\Delta\omega = 2\omega_0$
- Б) $\Delta\omega = 2\Omega_{\min}$
- В) $\Delta\omega = 2(\Omega_{\max} - \Omega_{\min})$
- Г) $\Delta\omega = 2\Omega_{\max}$

Вопрос 40. Доля средней мощности однотонового амплитудно-модулированного радиосигнала, приходящаяся на несущее колебание, при глубине амплитудной модуляции 0,5 составляет

- А) 88,9%
- Б) 50%
- В) 66,7%
- Г) 11,1%

Вопрос 41. Доля средней мощности однотонового амплитудно-модулированного радиосигнала, приходящаяся на нижнюю и верхнюю боковые полосы, при глубине амплитудной модуляции 0,7 составляет

- А) 19,7%
- Б) 80,3%
- В) 9,8%
- Г) 33,3%

Вопрос 42. Доля средней мощности однотонового ОБП радиосигнала с полной несущей, приходящаяся на несущее колебание, при глубине амплитудной модуляции 0,5 составляет

- А) 75%
- Б) 5,9%
- В) 80%
- Г) 94,1%

Вопрос 43. Доля средней мощности однотонового ОБП радиосигнала с полной несущей, приходящаяся на боковую полосу, при глубине амплитудной модуляции 0,7 составляет

- А) 30%
- Б) 89,1%
- В) 5,5%
- Г) 10,9%

Вопрос 44. Выражение, описывающее фазомодулированный радиосигнал, имеет вид

- А) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Б) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + k \cdot \int s(t) dt)$
- В) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Г) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + k \cdot s(t))$

Вопрос 45. Выражение, описывающее частотно-модулированный радиосигнал, имеет вид

- А) $u(t) = U_{m0} [1 + k \cdot s(t)] \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Б) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + k \cdot \int s(t) dt)$
- В) $u(t) = k \cdot s(t) \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- Г) $u(t) = U_{m0} \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + k \cdot s(t))$

Вопрос 46. Индексом угловой модуляции называют

- А) среднее значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания
- Б) минимальное значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания
- В) наиболее вероятное значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания
- Г) максимальное значение отклонения полной фазы радиосигнала от полной фазы несущего колебания

Вопрос 47. Девиейцией частоты называют

- А) среднее значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты
- Б) максимальное значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты
- В) минимальное значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты
- Г) наиболее вероятное значение отклонения мгновенной частоты радиосигнала от несущей частоты

Вопрос 48. Выражение, описывающее связь индекса угловой модуляции m и девиации частоты ω_d для однотонового фазомодулированного радиосигнала, имеет вид

- А) $\omega_d = m \cdot \Omega$
- Б) $\omega_d = 2\pi \cdot m \cdot \Omega$
- В) $\Omega = m \cdot \omega_d$
- Г) $\Omega = 2\pi \cdot m \cdot \omega_d$

Вопрос 49. Выражение, определяющее ширину спектра однотонового фазомодулированного радиосигнала, имеет вид

- А) $\Delta\omega = 2\Omega$
- Б) $\Delta\omega = 2m\Omega$
- В) $\Delta\omega = 2(m + \sqrt{m} + 1)\Omega$
- Г) $\Delta\omega = 2(m + 1)\Omega$

Вопрос 50. Число спектральных линий для однотонового фазомодулированного радиосигнала с индексом угловой модуляции $m=1$ составляет

- А) 3
- Б) 4
- В) 6
- Г) 7

Вопрос 51. Число спектральных линий для однотонового фазомодулированного радиосигнала с индексом угловой модуляции $m=4$ составляет

- А) 4
- Б) 15
- В) 11
- Г) 9

Тест 4. «Методы анализа прохождения сигналов через линейные радиотехнические цепи»

Вопрос 1. Выражение, определяющее связь импульсной характеристики $g(t)$ линейной радиотехнической цепи и ее комплексной функции $K(j\omega)$, имеет вид

А) $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$

Б) $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} j\omega \cdot K(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$

В) $g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{K(j\omega)}{j\omega} \cdot e^{j\omega t} d\omega$

Г) $g(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega$

Вопрос 2. Выражение, определяющее связь операторной функции $T(p)$ линейной радиотехнической цепи и ее комплексной функции $K(j\omega)$, имеет вид

А) $T(p) = \int_{-\infty}^{\infty} K(j\omega) \cdot e^{j\omega p} d\omega$

Б) $T(p) = j\omega \cdot K(j\omega) \Big|_{j\omega = p}$

В) $T(p) = K(j\omega) \Big|_{j\omega = p}$

Г) $T(p) = \frac{K(j\omega)}{j\omega} \Big|_{j\omega = p}$

Вопрос 3. Выражение, определяющее связь операторной функции $T(p)$ линейной радиотехнической цепи и ее импульсной характеристики $g(t)$, имеет вид

А) $T(p) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \cdot e^{-pt} dt$

Б) $T(p) = \int_0^{\infty} g(t) \cdot e^{-pt} dt$

В) $T(p) = \int_0^{\infty} t \cdot g(t) \cdot e^{-pt} dt$

Г) $T(p) = p \cdot \int_0^{\infty} g(t) \cdot e^{-pt} dt$

Вопрос 4. В основе спектрального метода анализа лежит использование следующей характеристики линейной радиотехнической цепи

- А) переходная характеристика
- Б) операторная функция цепи
- В) импульсная характеристика
- Г) комплексная функция цепи

Вопрос 5. В основе операторного метода анализа лежит использование следующей характеристики линейной радиотехнической цепи

- А) переходная характеристика
- Б) операторная функция цепи
- В) импульсная характеристика
- Г) комплексная функция цепи

Вопрос 6. В основе метод интеграла наложения лежит использование следующих характеристик линейной радиотехнической цепи

- А) переходная характеристика
- Б) операторная функция цепи
- В) импульсная характеристика
- Г) комплексная функция цепи

Вопрос 7. Связь комплексных спектров сигналов на входе $F_{\text{вх}}(j\omega)$ и выходе $F_{\text{вых}}(j\omega)$ линейной радиотехнической цепи с комплексной функцией $K(j\omega)$ в рамках спектрального метода анализа описывается выражением вида

- А) $F_{\text{вых}}(j\omega) = K(j\omega) \cdot F_{\text{вх}}(j\omega)$
- Б) $F_{\text{вх}}(j\omega) = K(j\omega) \cdot F_{\text{вых}}(j\omega)$
- В) $K(j\omega) = F_{\text{вх}}(j\omega) \cdot F_{\text{вых}}(j\omega)$
- Г) $F_{\text{вых}}(j\omega) = K(j\omega) + F_{\text{вх}}(j\omega)$

Вопрос 8. Связь амплитудных спектров сигналов на входе $F_{\text{вх}}(\omega)$ и выходе $F_{\text{вых}}(\omega)$ линейной радиотехнической цепи с амплитудно-частотной характеристикой $K(\omega)$ в рамках спектрального метода анализа описывается выражением вида

- А) $F_{\text{вых}}(\omega) = K(\omega) \cdot F_{\text{вх}}(\omega)$
- Б) $F_{\text{вх}}(\omega) = K(\omega) \cdot F_{\text{вых}}(\omega)$
- В) $K(\omega) = F_{\text{вх}}(\omega) \cdot F_{\text{вых}}(\omega)$
- Г) $F_{\text{вых}}(\omega) = K(\omega) + F_{\text{вх}}(\omega)$

Вопрос 9. Связь фазовых спектров сигналов на входе $\theta_{\text{вх}}(\omega)$ и выходе $\theta_{\text{вых}}(\omega)$ линейной радиотехнической цепи с фазо-частотной характеристикой $\theta(\omega)$ в рамках спектрального метода анализа описывается выражением вида

А) $\theta_{\text{вых}}(\omega) = \theta(\omega) \cdot \theta_{\text{вх}}(\omega)$

Б) $\theta_{\text{вых}}(\omega) = \theta_{\text{вх}}(\omega) - \theta(\omega)$

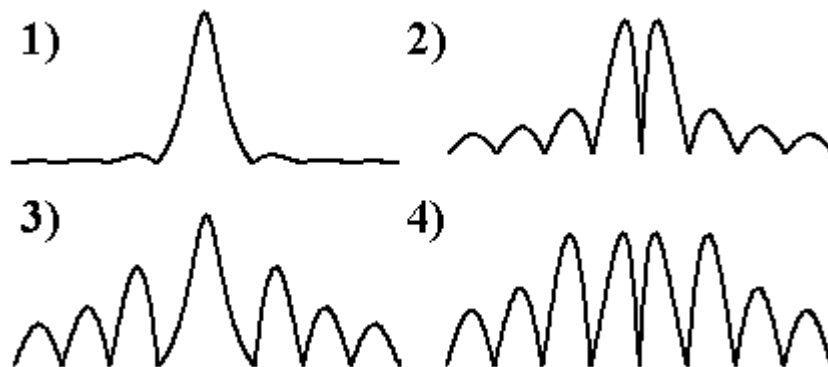
В) $\theta(\omega) = \theta_{\text{вх}}(\omega) + \theta_{\text{вых}}(\omega)$

Г) $\theta_{\text{вых}}(\omega) = \theta(\omega) + \theta_{\text{вх}}(\omega)$

Вопрос 10. Пусть прямоугольный импульс с приведенным ниже амплитудным спектром поступает на вход интегрирующий RC-цепи



Тогда амплитудный спектр на выходе такой радиотехнической цепи будет иметь вид



А) 1

Б) 2

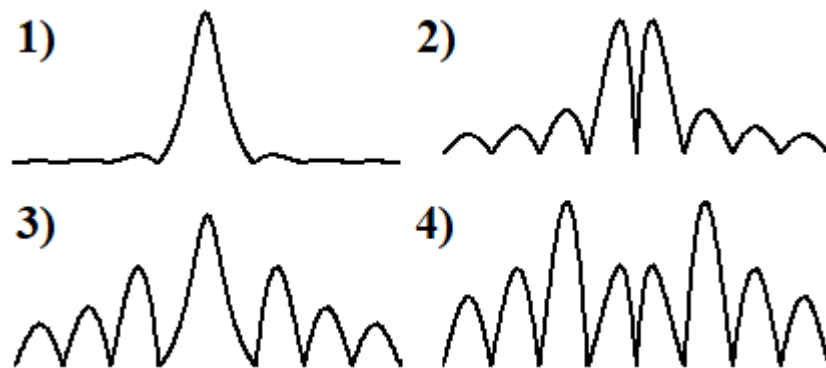
В) 3

Г) 4

Вопрос 11. Пусть прямоугольный импульс с приведенным ниже амплитудным спектром поступает на вход дифференцирующей RC-цепи

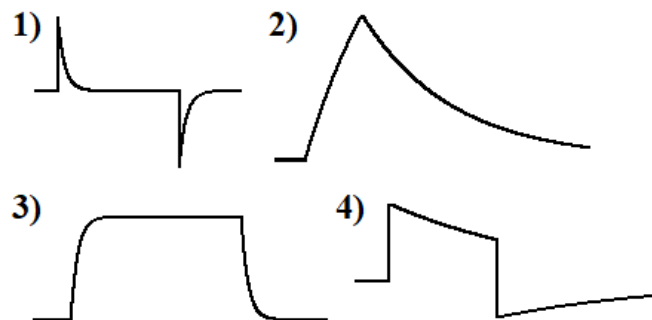


Тогда амплитудный спектр на выходе такой радиотехнической цепи будет иметь вид



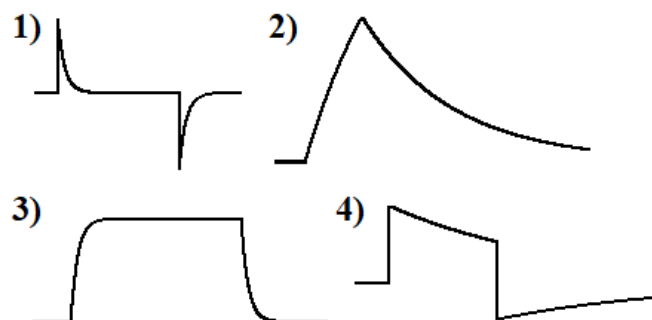
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 12. Прямоугольный импульс поступает на вход интегрирующей RC-цепи с постоянной времени $\tau = RC \ll \tau_{\text{имп}}$. Форма импульса на выходе данной цепи будет иметь вид



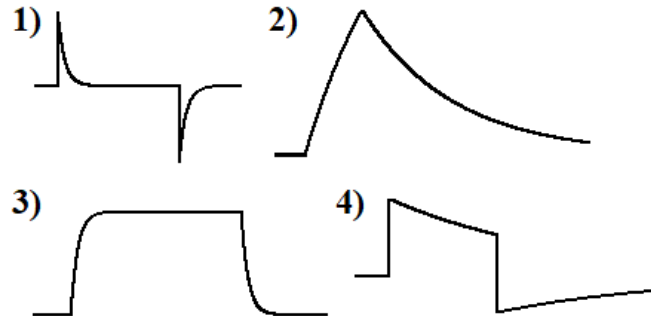
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 13. Прямоугольный импульс поступает на вход интегрирующей RC-цепи с постоянной времени $\tau = RC \gg \tau_{\text{имп}}$. Форма импульса на выходе данной цепи будет иметь вид



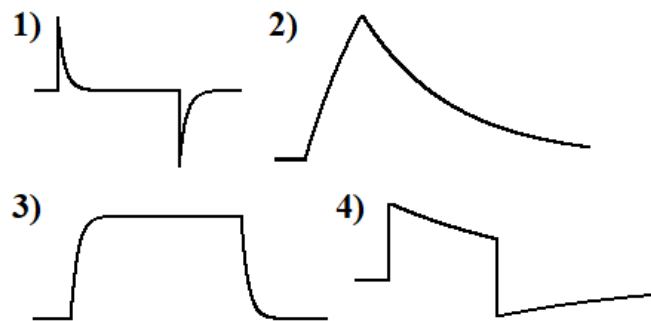
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 14. Прямоугольный импульс поступает на вход дифференцирующей RC-цепи с постоянной времени $\tau = RC \ll \tau_{\text{имп}}$. Форма импульса на выходе данной цепи будет иметь вид



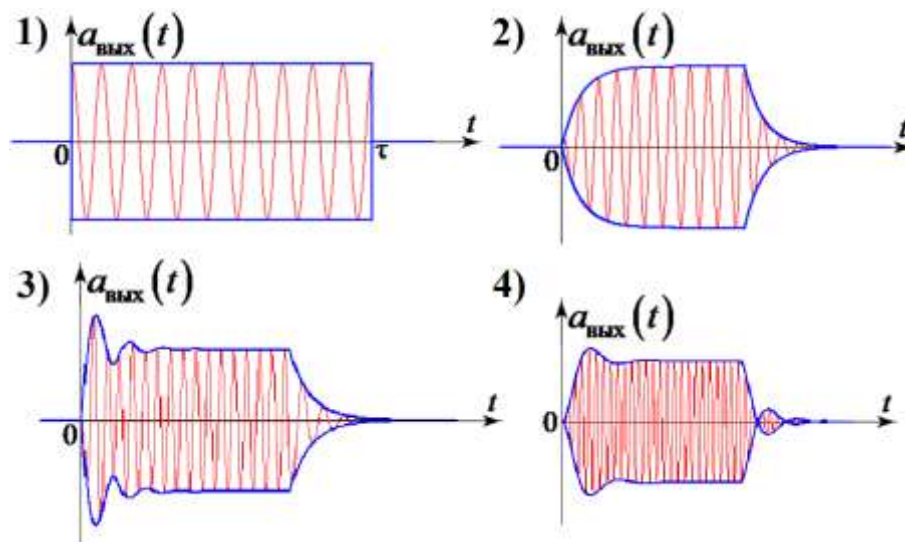
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 15. Прямоугольный импульс поступает на вход дифференцирующей RC-цепи с постоянной времени $\tau = RC \gg \tau_{\text{имп}}$. Форма импульса на выходе данной цепи будет иметь вид



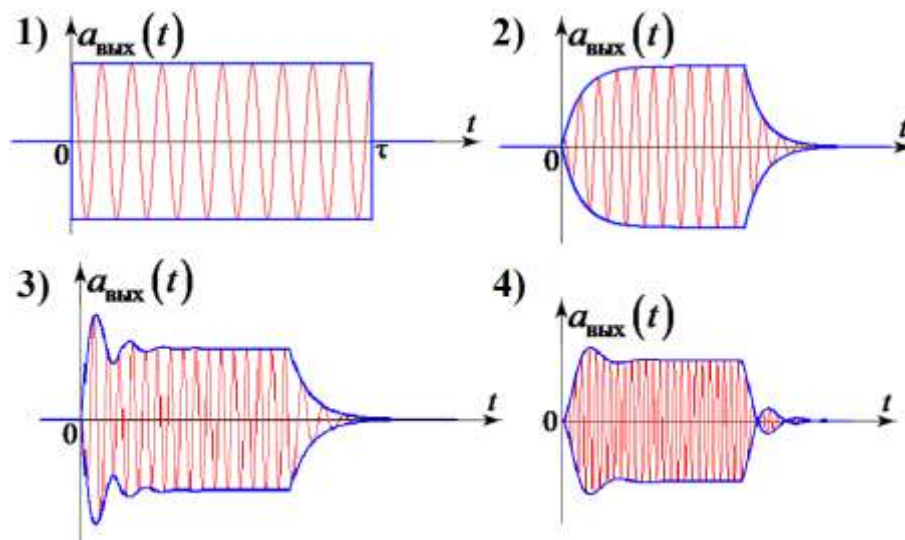
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 16. На вход резонансного усилителя поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, равной резонансной частоте колебательного контура усилителя. При этом временная диаграмма радиоимпульса на выходе резонансного усилителя будет иметь вид



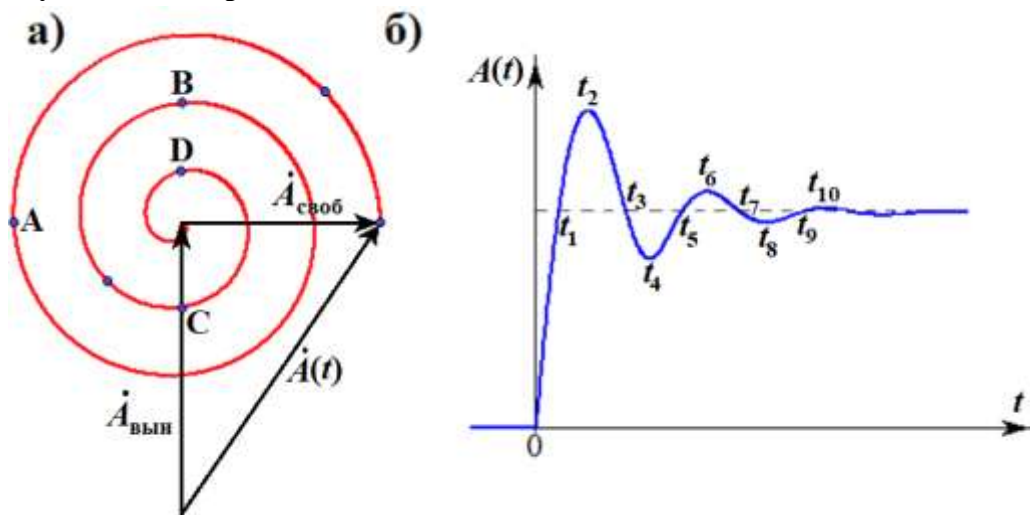
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 17. На вход резонансного усилителя поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, не равной резонансной частоте колебательного контура усилителя. При этом временная диаграмма радиоимпульса на выходе резонансного усилителя будет иметь вид



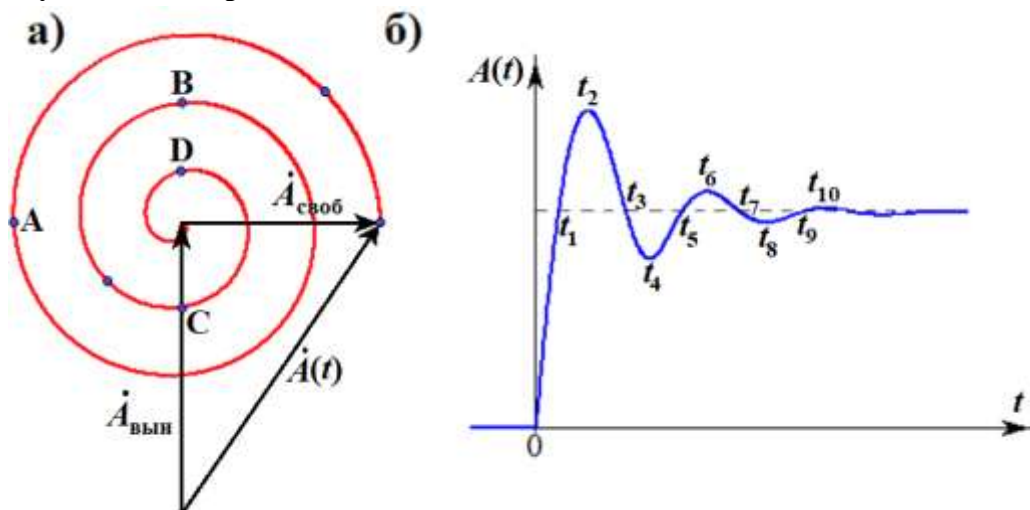
- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 18. По заданным векторной диаграмме формирования огибающей радиосигнала на выходе резонансного усилителя с расстройкой частоты и временной диаграмме данной огибающей можно сделать вывод, что точке A на векторной диаграмме соответствует момент времени



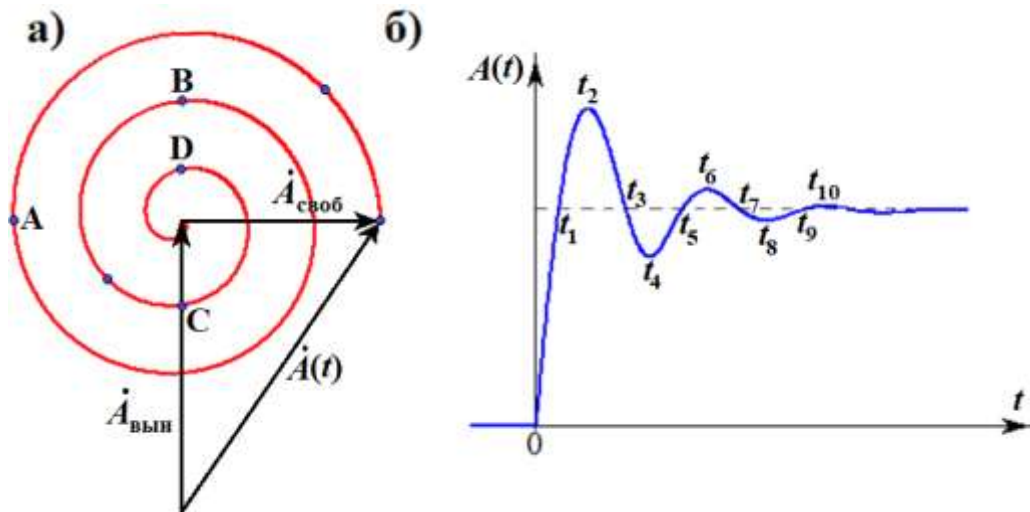
- А) $t = t_1$
- Б) $t = t_3$
- В) $t = t_4$
- Г) $t = t_5$

Вопрос 19. По заданным векторной диаграмме формирования огибающей радиосигнала на выходе резонансного усилителя с расстройкой частоты и временной диаграмме данной огибающей можно сделать вывод, что точке B на векторной диаграмме соответствует момент времени



- А) $t = t_2$
- Б) $t = t_4$
- В) $t = t_6$
- Г) $t = t_7$

Вопрос 20. По заданным векторной диаграмме формирования огибающей радиосигнала на выходе резонансного усилителя с расстройкой частоты и временной диаграмме данной огибающей можно сделать вывод, что точке C на векторной диаграмме соответствует момент времени



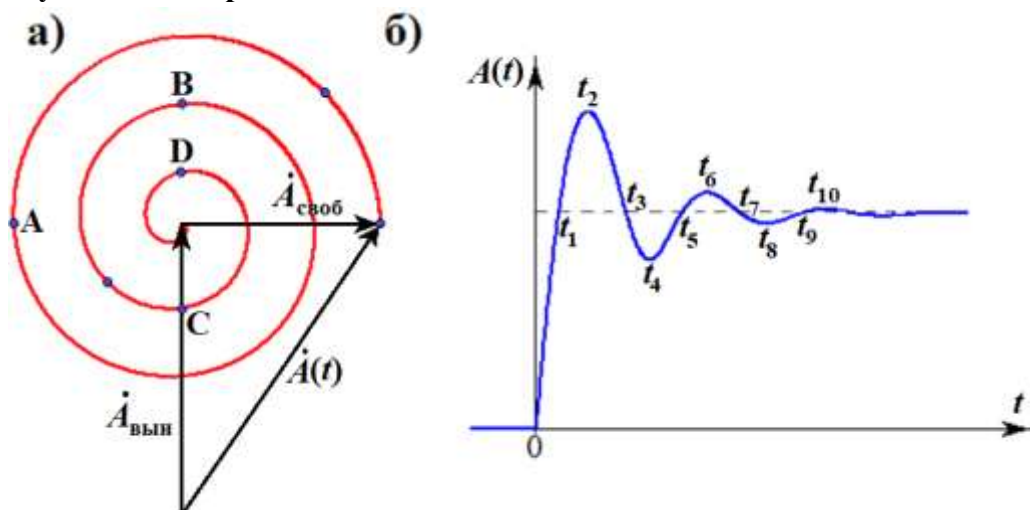
А) $t = t_4$

Б) $t = t_5$

В) $t = t_7$

Г) $t = t_8$

Вопрос 21. По заданным векторной диаграмме формирования огибающей радиосигнала на выходе резонансного усилителя с расстройкой частоты и временной диаграмме данной огибающей можно сделать вывод, что точке D на векторной диаграмме соответствует момент времени



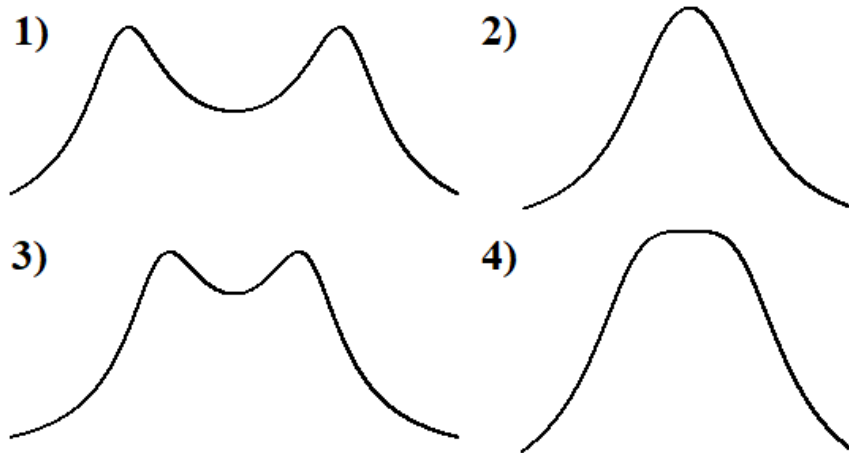
А) $t = t_6$

Б) $t = t_8$

В) $t = t_9$

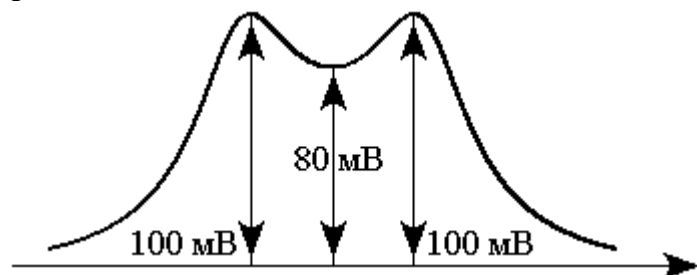
Г) $t = t_{10}$

Вопрос 22. Между приведенными амплитудно-частотными характеристиками связанных контуров и значениями факторов связи можно установить следующее соответствие



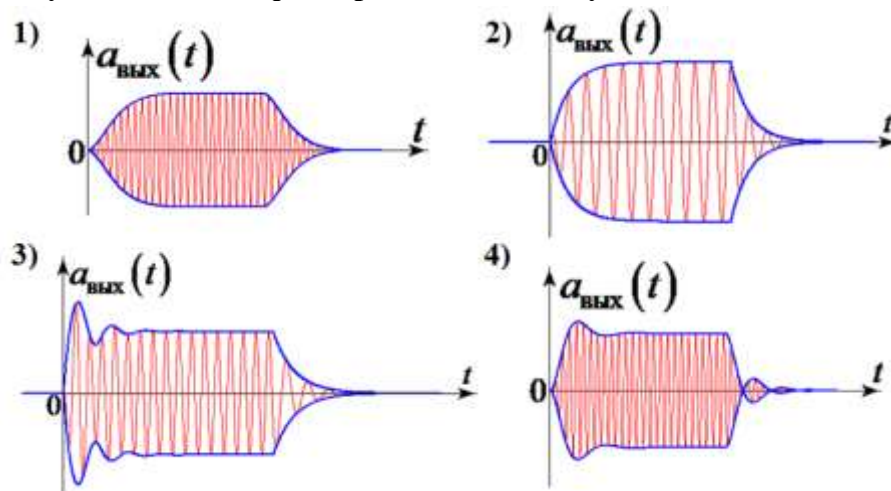
- А) 1) $A=1$, 2) $A=3$, 3) $A=0,5$, 4) $A=2$
Б) 1) $A=3$, 2) $A=0,5$, 3) $A=2$, 4) $A=1$
В) 1) $A=2$, 2) $A=0,5$, 3) $A=3$, 4) $A=1$
Г) 1) $A=3$, 2) $A=1$, 3) $A=2$, 4) $A=0,5$

Вопрос 23. По заданной АЧХ системы связанных контуров можно заключить, что величина фактора связи составляет



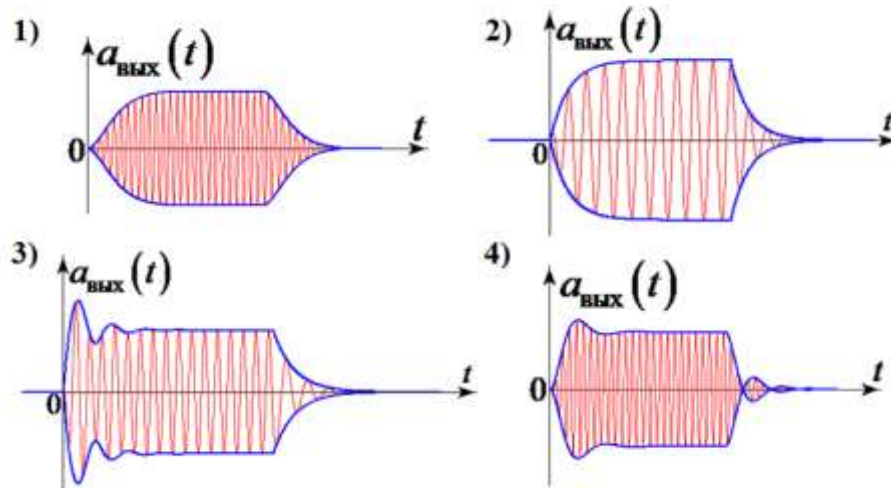
- А) $A=0,8$
Б) $A=1,25$
В) $A=2$
Г) $A=0,5$

Вопрос 24. Пусть на вход полосового усилителя со связанными колебательными контурами поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, равной частоте настройки колебательных контуров усилителя. Тогда форма радиоимпульса на выходе полосового усилителя для фактора связи $A=0,5$ будет иметь вид



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 25. Пусть на вход полосового усилителя со связанными колебательными контурами поступает прямоугольный радиоимпульс с несущей частотой, равной частоте настройки колебательных контуров усилителя. Тогда форма радиоимпульса на выходе полосового усилителя для фактора связи $A=2$ будет иметь вид

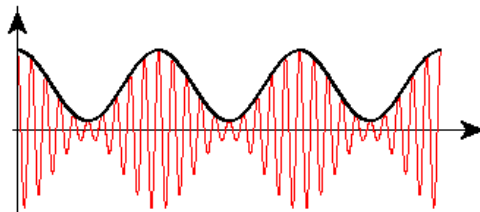


- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

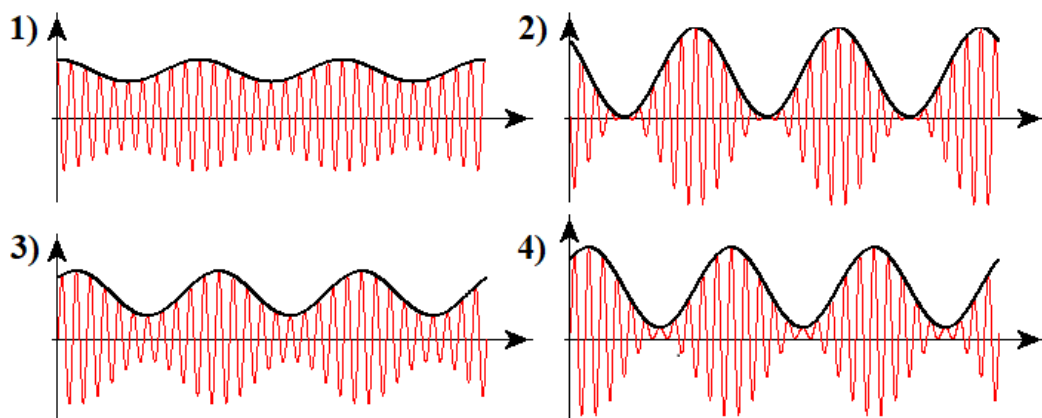
Вопрос 26. Пусть на вход резонансного усилителя поступает однотоновый амплитудно-модулированный радиосигнал. Тогда между временными диаграммами выходного и входного радиосигналов будут наблюдаться следующие отличия

- А) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала меньше, выходной сигнал опережает по времени входной
- Б) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала больше, выходной сигнал опережает по времени входной
- В) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала больше, выходной сигнал отстает по времени от входного
- Г) глубина амплитудной модуляции выходного сигнала меньше, выходной сигнал отстает по времени от входного

Вопрос 27. Пусть на вход резонансного усилителя поступает однотоновый амплитудно-модулированный радиосигнал



Тогда временная диаграмма выходного радиосигнала будет иметь вид



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

Вопрос 28. Для частотно-избирательной цепи с комплексной функцией $K(j\omega)$ выражение для комплексной функции низкочастотного эквивалента имеет вид

- А) $K_{нч}(j\Omega) = K\left(j\frac{\omega}{\omega_0}\right)$
- Б) $K_{нч}(j\Omega) = K(j(\omega - \omega_0))$
- В) $K_{нч}(j\Omega) = K(j(\omega + \omega_0))$
- Г) $K_{нч}(j\Omega) = K\left(j\frac{\omega_0}{\omega}\right)$

Вопрос 29. Выражение, определяющее комплексную огибающую радиосигнала через низкочастотные квадратуры A_c и A_s , имеет вид

А) $\dot{A}(t) = A_c(t) + j \cdot A_s(t)$

Б) $\dot{A}(t) = A_c(t) - j \cdot A_s(t)$

В) $\dot{A}(t) = A_s(t) + j \cdot A_c(t)$

Г) $\dot{A}(t) = A_s(t) - j \cdot A_c(t)$

Вопрос 30. Выражение, определяющее комплексную огибающую радиосигнала через огибающую $A(t)$ и начальную фазу $\theta(t)$, имеет вид

А) $\dot{A}(t) = A(t) \cdot e^{-j \cdot \theta(t)}$

Б) $\dot{A}(t) = A(t) \cdot \cos(\theta(t))$

В) $\dot{A}(t) = A(t) \cdot e^{j \cdot \theta(t)}$

Г) $\dot{A}(t) = A(t) \cdot \sin(\theta(t))$

Вопрос 31. Между комплексными огибающими радиосигналов на входе $\dot{A}_{\text{вх}}(t)$ и выходе $\dot{A}_{\text{вых}}(t)$ линейной радиотехнической цепи с комплексной функцией низкочастотного эквивалента $K_{\text{нч}}(j\Omega)$ существует следующая взаимосвязь

А) комплексный спектр комплексной огибающей выходного радиосигнала равен произведению комплексного спектра комплексной огибающей входного радиосигнала и комплексной функции низкочастотного эквивалента

Б) комплексная огибающая выходного радиосигнала равна произведению комплексной огибающей входного радиосигнала и комплексной функции низкочастотного эквивалента

В) изображение комплексной огибающей выходного радиосигнала равно произведению изображения комплексной огибающей входного радиосигнала и операторной функции низкочастотного эквивалента

Г) комплексная огибающая выходного радиосигнала равна свертке комплексной огибающей входного радиосигнала и импульсной характеристики низкочастотного эквивалента

Вопрос 32. Пусть радиосигнал с частотной модуляцией, характеризующийся мгновенной частотой $\omega_{\text{вх}}(t)$, поступает на вход дифференцирующей цепи с АЧХ $K(\omega)$ и ФЧХ $\theta(\omega)$. Тогда выражение для мгновенной частоты выходного радиосигнала имеет вид

А) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) \cdot K(\omega_{\text{вх}}(t))$

Б) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) + \theta(\omega_{\text{вх}}(t))$

В) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) + \theta'(\omega_{\text{вх}}(t))$

Г) $\omega_{\text{вых}}(t) = \omega_{\text{вх}}(t) \cdot K'(\omega_{\text{вх}}(t))$