

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 (ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор  
 по образовательной деятельности  
 \_\_\_\_\_ Панфилов  
 « 2 \_\_\_\_\_ 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Радиотехнические цепи и сигналы»**  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: **11.03.01 «Радиотехника»**

Профили подготовки: **«Радиотехника»**

Квалификация (степень) выпускника: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр	Трудоемкость (зач.ед./час.)	Лекций (час.)	Практ. занятий (час.)	Лаборат. работ (час.)	СРС	Форма контроля (экс./зачет)
3	3/108	18	18	18	27	Экзамен (27), КР
4	2/72	18	18		9	Экзамен (27), контр
Итого	5/180	36	36	18	36	Экзамен, зачет (54)

Владимир 2016

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» является: привитие студентам, во-первых, глубокого понимания свойств различных радиосигналов и радиоцепей, сущности и особенностей процессов происходящих при прохождении сигналов через радиотехнические цепи; во-вторых, умения аналитически описывать, анализировать и экспериментально исследовать процессы в радиоцепях на основе изучаемых в курсе методов и методик, тем самым закладывается фундамент теоретических и практических знаний и умений, используемых при изучении студентами специальных дисциплин по специальности «Радиотехника». Подготовка в области радиотехники для разных сфер профессиональной деятельности специалиста:

- проектно-конструкторской;
- производственно-технологической;
- научно-исследовательской;
- организационно-управленческой;
- монтажно-наладочной;
- сервисно-эксплуатационной.

В задачу дисциплины входит обучение студента знаниям по

- классификации, фундаментальным свойствам и основным характеристикам радиосигналов и радиоцепей во временной и частотных областях, законам преобразования сигналов в различных радиоцепях;
- методам анализа передачи детерминированных и случайных колебаний через линейные (с постоянными параметрами), параметрические, нелинейные и дискретные цепи, границы применимости и свойства методов;
- способам заложения и извлечения информации из радиосигналов, принципам построения устройств для этих целей, источникам и способам уменьшения ошибок и искажений передаваемого сообщения;
- основам синтеза цепей;
- методам оптимальной фильтрации сигналов;

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» относится к общепрофильным дисциплинам:

- а. Профессиональный цикл;
- б. Базовая (общеобразовательная) часть.

### *Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Курс «Радиотехнические цепи и сигналы» основывается на знании «Математики», «Физики», «Электроники», «Цифровых устройств и микропроцессоров», «Схемотехники аналоговых электронных устройств», «Основ теории цепей», «Электродинамики и распространения радиоволн» и является базой для изучения «Передатчиков и устройств формирования сигналов», «Устройств приема и обработки сигнала», «Радиотехнических систем», «Радиоавтоматики» и др.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования: ОПК-2, ОПК-3

#### 3.1. Знать:

Спектральную теорию радиосигналов теорию определения параметров стохастических радиосигналов. Теорию оптимальной фильтрации сигналов.

#### Уметь:

Построить и определить характеристики согласованных фильтров. Рассчитать сигнал на выходе радиотехнических цепей под воздействием на него детерминированных и случайных сигналов.

#### Владеть:

Умением расчетов спектральных и временных характеристик сигналов с цепей их прохождения через линейные и нелинейные цепи. Способностью определения характеристик модулированных сигналов с различным видом модуляции.

### 4. Структура и содержание дисциплины

Трудоемкость и формируемые компетенции.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часа) 3 и 4 семестрах. Распределение трудоемкости по видам занятий в течение 3 и 4 семестров представлено в табл.1.

Таблица 1

№ п/п	Раздел дисциплины	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лаб. р.	Пр.	К.р.	СРС		
1	3.1.1 Введение 3.1.2 Основные характеристики сигналов. Классификация сигналов. 3.1.3 Спектральный анализ периодических сигналов.	3	1	1	4	1		2	2/33	

2	3.1.4 Спектральный анализ непериодических сигналов. 3.1.5. Распределение мощности в спектре периодического сигнала и энергии в спектре непериодического сигнала	3	2	1	4	1		2	2/33	
3	3.1.6 Единичный импульс и единичный скачек	3	3	1		1		1	2/100	
4	3.1.7 Корреляционный анализ детерминированных колебаний.	3	4	1		1		2	2/100	
5	3.1.8 Дискретизация сигналов. Теорема и ряд Котельникова.	3	5	1		1			2/100	
6	3.1.9 Линейные радицепи с постоянными параметрами. 3.1.10 Линейные цепи с обратной связью.	3	6	1		1		1	2/100	
7	3.1.11 Радиосигналы, АМ-колебания и их спектры.	3	7	1	4	1		2	2/33	Рейтинг-контроль №1
8	3.1.12 Угловая модуляция. Спектр колебания с УМ.	3	8	1		1		2	2/100	
9	3.1.13 Спектр колебания при смешанной амплитудно-угловой модуляции.	3	9	1		1		2	2/100	
10	3.1.14 Огибающая, частота и фаза узкополосного колебания 3.1.15 Аналитический сигнал. 3.1.16 Дискретизация узкополосного колебания по Котельникову	3	10	1		1		2	2/100	
11	3.1.17 Прохождение детерминированных колебаний через линейные цепи с постоянными параметрами.	3	11	1		1		1	2/100	
12	3.1.18 Воздействие радиосигналов на избирательные цепи 3.1.19 Искажение модулированных колебаний в избирательных цепях.	3	12	1	4	1		2	2/33	

13	3.1.20 Нелинейные цепи и методы нелинейной теории. Нелинейные элементы, их характеристики и свойства.	3	13	1	2	1	2	2/50	Рейтинг-контроль №2
14	3.1.21 Получение и детектирование АМ-колебаний	3	14	1		1	1	2/100	
15	3.1.22 Частотные и фазовое детектирование, преобразование частоты сигналов, синхронное детектирование.	3	15	2			2	2/100	
16	3.1.23 Структура автоколебательной системы.	3	16				1		
17	3.1.24 Параметрические цепи. 3.1.25 Импульсная характеристика параметрической цепи.	3	16	1		1	2	2/100	
18	3.1.26 Принцип параметрического усиления. 3.1.27 Применение параметрических цепей.	3	17	1		1	2	2/100	Рейтинг-контроль №3
Всего часов в 3 семестре				18	18	18	-	27	Экзамен
19	3.1.28 Характеристики случайных колебаний.	4	1	1		1	1	2/100	
20	3.1.29 Описание случайных сигналов в частотной и временной областях.	4	2	1		1		2/100	
21	3.1.30 Узкополосные случайные процессы.	4	3	1		1		2/100	
22	3.1.31 Марковские процессы.	4	4	1					
23	3.1.32 Преобразование характеристик случайного процесса.	4	5	1			1		
24	3.1.33 Распространение суммы гармонических колебаний со случайными фазами.	4	6	1					Рейтинг-контроль №1
25	3.1.34 Нормализация случайных процессов в узкополосных цепях.	4	7	1		1		2/100	
26	3.1.35 Воздействие суммы гармонического сигнала и шума на амплитудный детектор.	4	8	1		1		2/100	
27	3.1.36 Воздействие сигнала и шума на частотный детектор и амплитудный резонансный	4	9	1		1	1	2/100	

	ограничитель.								
28	3.1.37 Преобразование закона распределения и энергетического спектра в безинерционном нелинейном элементе.	4	10	1		1	1	2/100	
29	3.1.38 Оптимальная фильтрация на фоне помех.	4	11	1			2		Рейтинг-контроль №2
30	3.1.39 Частотные и временные характеристики согласованного фильтра. Физическая осуществимость.	4	12	1		1	1	2/100	
31	3.1.40 Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра.	4	13	2		1	1	2/67	
32	3.1.41 Примеры построения согласованных фильтров.	4	14	1					
33	3.1.42 Формирование сигнала сопряженного с заданным фильтром.	4	15	1		1	1	2/100	
34	3.1.43 Фильтрация заданного сигнала при «не белом шуме».	4	16	1		1		2/100	Рейтинг-контроль №3
35	3.1.44 Коды Баркера.	4	17	1					
Всего часов в 4 семестре				18		18	9		Экзамен

В графе «Лабор.» (лабораторные работы) представлена трудоемкость по разделам лекций без привязки к неделям учебного процесса, который определяется расписанием занятий.

## **5. Образовательные технологии**

### **5.1. Активные и интерактивные формы обучения**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: лабораторные работы, практические занятия, контрольные аудиторские работы, индивидуальные курсовые работы. Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 34 часа лабораторных занятий, 38 часов консультационных занятий (вне расписания), контрольные работы 6 часов (на лекционных занятиях).

### **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении индивидуальной курсовой работы. Основа самостоятельной работы – изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций (в т.ч. электронному конспекту на сайте кафедры РТ и РС).

### 5.3. Мультимедийные технологии обучения

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 25 до 40 слайдов по каждой лекции.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Имеются электронные версии учебных пособий, рекомендованных для обучения. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных и курсовых работ.

### 5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса «Радиотехнические цепи и сигналы» встречи с представителями российских и зарубежных учебных и научных организаций, выступления и лекции специалистов, в частности:

- доктора технических наук, профессора, зав.кафедрой радиотехники Рязанской радиотехнической академии (г.Рязань) В.И.Кошелева;
- доктора технических наук, профессора кафедры основ радиотехники МЭИ (г.Москва) В.Г. Карташева.

### 5.5. Рейтинговая система обучения.

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения лабораторных работ; качество курсового проектирования.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1. Вопросы рейтинг-контроля II семестр

Контролирующая программа №1

Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов

#### *Вариант №1*

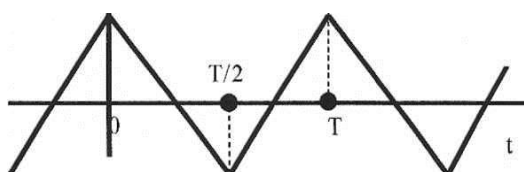
1. Каким является сигнал, для которого при любых  $t$  выполняется соотношение

$$S(t) = S(t \pm kT), \text{ где } T = \text{const}; k = \overline{0, \infty}$$

1. Конечным во времени;
2. Непериодическим;
3. Имеющим дискретный спектр;
4. Периодическим;
5. Бесконечным во времени;
6. Имеющим непрерывный спектр.

II. Каких гармоник не будет в периодическом сигнале:

1. Всех четных;

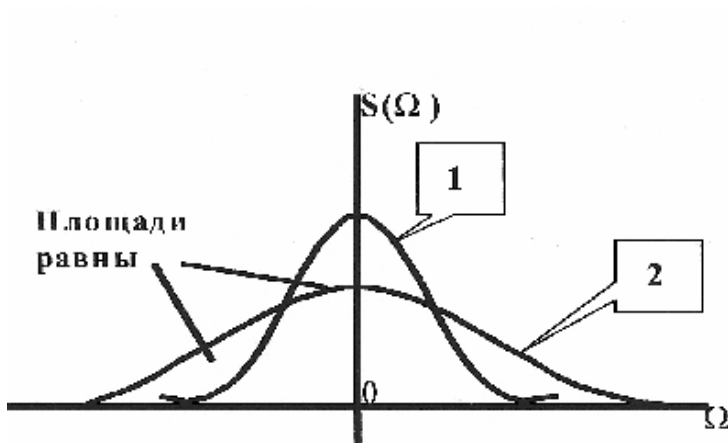


2. Всех нечетных
3. Каждой третьей;
4. Третьей и далее всех нечетных;
- 5.Каждой пятой.

III. Чему равна размерность амплитудного спектра периодического тока:

1. Размерности сигнала;
2. Размерности сигнала, деленной на Гц;
3. Вольт;
4. Ампер;
5. В/Гц;
6. Размерности сигнала, умноженной на секунду.

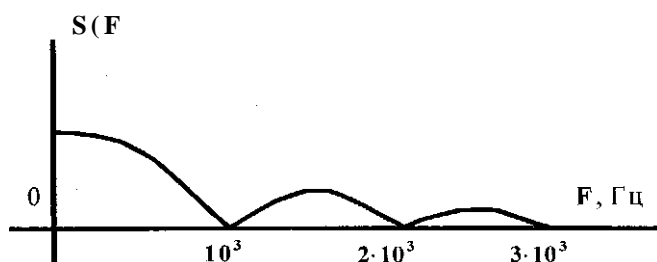
IV. Какие соотношения справедливы между спектральными и временными характеристиками для сигналов  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$  и  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  имеющими ширины спектров  $\Delta\omega_1$  и  $\Delta\omega_2$ , длительности  $\tau_1$  и  $\tau_2$



1.  $\Delta\omega_1 > \Delta\omega_2$ ;
2.  $S_1(j\Omega) = S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
3.  $S_1(j\Omega) > S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
4.  $\tau_1 > \tau_2$ ;
5.  $S_1(t) = S_2(t)$  при  $t = 0$
6.  $\Delta\omega_1 = \Delta\omega_2$ ;
7.  $S_1(t) > S_2(t)$  при  $t = 0$ .

V. Определить длительность непериодического или период и длительность периодических прямоугольных импульсов по их спектральной диаграмме:

VI. Какая операция над спектральными плотностями сигналов 1 и 2 соответствует



1.  $x = 10^{-3}$  с;
2.  $\tau = 10^{-4}$  с;
3.  $\tau = 10^{-5}$  с;
4.  $T =$
5.  $T = 1$  мс;
6.  $T = 20$  мкс;
7.  $\tau = 0.2$  мс

следующей операции над этими сигналами во времени:  $S_1(t) + S_2(t)$ :



1. Произведение спектральных плотностей;
2. Сумма спектральных плотностей;
3. Фазовый сдвиг каждой спектральной составляющей на величину  $\Omega\tau$  или  $n\Omega\tau$  соответственно для непериодического или периодического сигнала;
4. Приращение фазового спектра, равное  $-n\Omega_1\tau$  или  $-\Omega\tau$  соответственно для периодического или непериодического сигнала;
5. Деление на  $j\Omega$ ;
6. Умножение на  $j\Omega$ .

### Вариант №2.

2. Каким является сигнал, для которого при любых  $t$  выполняется соотношение:  $S(t) = S(t \pm kT)$ , где  $T = \text{const}$ ;  $k=0$ :

1. Конечным во времени;
2. Непериодическим;
3. Имеющим дискретный спектр;
4. Периодическим;
5. Бесконечным во времени;
6. Имеющим непрерывный спектр;
7. Для ответа недостаточно данных.

II. Каких гармоник не будет в периодическом сигнале:

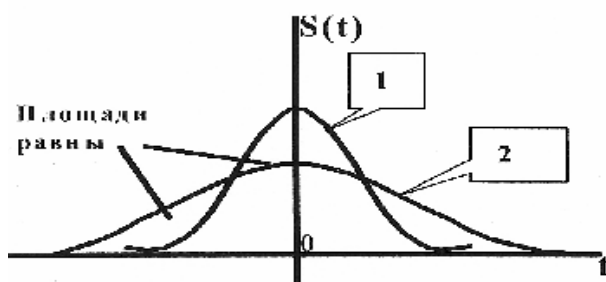


1. Всех четных;
2. Всех нечетных
3. Каждой третьей;
4. Третьей и далее всех нечетных;
5. Каждой пятой

III. Чему равна размерность амплитудного спектра периодического напряжения:

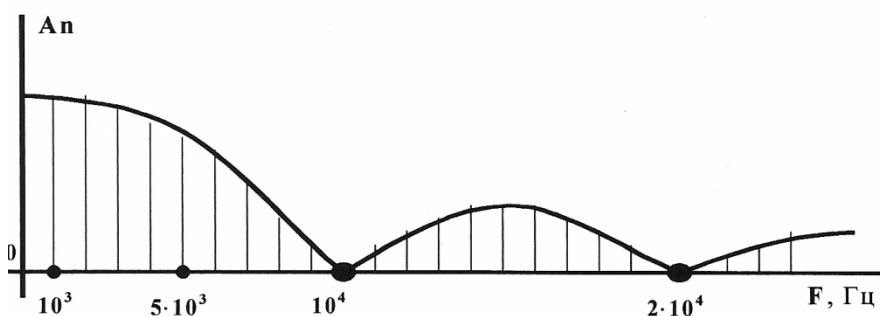
1. Размерности сигнала;
2. Размерности сигнала, деленной на Гц;
3. Вольт;
4. Ампер;
5. В/Гц;
6. Размерности сигнала, умноженной на секунду.

IV. Какие соотношения справедливы между спектральными и временными характеристиками для сигналов  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$  и  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  имеющими ширины спектров  $\Delta\omega_1$  и  $\Delta\omega_2$ , длительности  $\tau_1$  и  $\tau_2$



1.  $\Delta\omega_1 > \Delta\omega_2$ ;
2.  $S_1(j\Omega) = S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
3.  $S_1(j\Omega) > S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
4.  $\tau_1 > \tau_2$ ;
5.  $S_1(t) = S_2(t)$  при  $t = 0$ ;
6.  $\Delta\omega_1 = \Delta\omega_2$ ;
7.  $S_1(t) > S_2(t)$  при  $t = 0$ .

V. Определить длительность непериодического или период и длительность периодических прямоугольных импульсов по их спектральной диаграмме:



1.  $\tau = 1$  мс;
2.  $\tau = 0.1$  мс;
3.  $\tau = 10$  мкс;
4.  $T = 5$  мс;
5.  $T = 1$  мс;
6.  $T = 20$  мкс;
8.  $\tau = 0.2$  мс

VI. Какая операция над спектральными плотностями сигналов 1 и 2 (или только 1) соответствует следующей операции над этими сигналами во времени:  $\int_{-\infty}^{\infty} S_1(x)S_2(x)dx$

1. Произведение спектральных плотностей;
2. Сумма спектральных плотностей;
3. Фазовый сдвиг каждой спектральной составляющей на величину  $\Omega\tau$  или  $n\Omega\tau$  соответственно для непериодического или периодического сигнала;
4. Приращение фазового спектра, равное  $-n\Omega_1\tau$  или  $-\Omega\tau$  соответственно для периодического или непериодического сигнала;
5. Деление на  $j\Omega$ ;
6. Умножение на  $j\Omega$ .

### Вариант 3

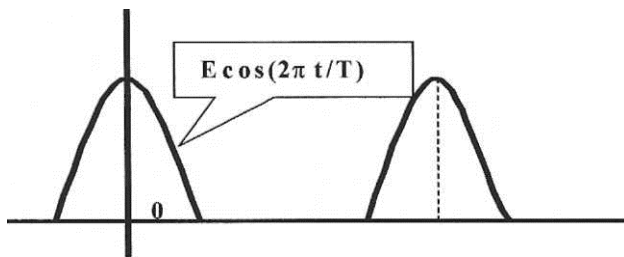
I. Каким является сигнал, для которого при любых  $t$  выполняется соотношение

$$S(t) = S(t \pm kT), \text{ где } T = \text{const}; k = 0, 1, 2, 3, \dots, n, \dots:$$

1. Конечным во времени;
2. Непериодическим;
3. Имеющим дискретный спектр;
4. Периодическим;
5. Бесконечным во времени;
6. Имеющим непрерывный спектр.

Каких гармоник не будет в периодическом сигнале:

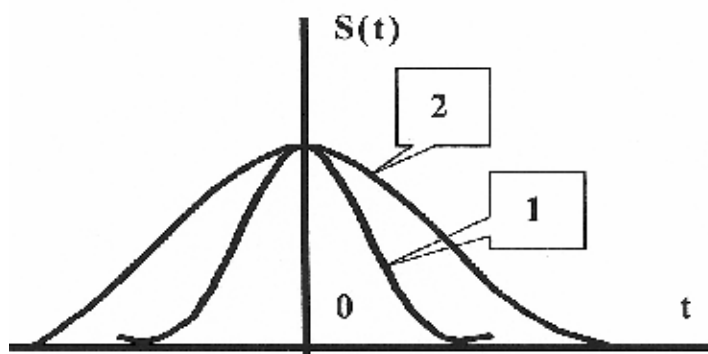
1. Всех четных;
2. Всех нечетных
3. Каждой третьей;
4. Третьей и далее всех нечетных;
5. Каждой пятой.



III. Чему равна размерность амплитудного спектра периодического сигнала:

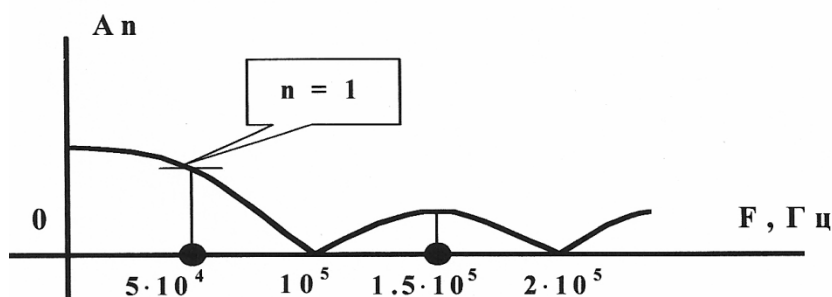
1. Размерности сигнала;
2. Размерности сигнала, деленной на Гц;
3. Вольт;
4. Ампер;
5. В/Гц;
6. Размерности сигнала, умноженной на секунду.

IV. Какие соотношения справедливы между спектральными и временными характеристиками для сигналов  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$  и  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  имеющими ширины спектров  $\Delta\omega_1$  и  $\Delta\omega_2$ , длительности  $\tau_1$  и  $\tau_2$



1.  $\Delta\omega_1 > \Delta\omega_2$ ;
2.  $S_1(j\Omega) = S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
3.  $S_1(j\Omega) > S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
4.  $\tau_1 > \tau_2$ ;
5.  $S_1(t) = S_2(t)$  при  $t = 0$
6.  $\Delta\omega_1 = \Delta\omega_2$ ;
7.  $S_1(t) > S_2(t)$  при  $t = 0$ .

V. Определить длительность непериодического или период и длительность периодических прямоугольных импульсов по их спектральной диаграмме:



1.  $\tau = 1$  мс;
2.  $\tau = 100$  мкс;
3.  $\tau = 10$  мкс;
4.  $T = 5$  мс;
5.  $T = 1$  мс;
6.  $T = 20$  мкс;
8.  $\tau = 0.2$  мс

VI. Какая операция над спектральными плотностями сигналов 1 и 2 (или только 1) соответствует следующей операции над ними:  $S_2(t) = \int_n^t S_1(t) dt$

1. Произведение спектральных плотностей;
2. Сумма спектральных плотностей;
3. Фазовый сдвиг каждой спектральной составляющей на величину  $\Omega\tau$  или  $n\Omega\tau$  соответственно для непериодического или периодического сигнала;
4. Приращение фазового спектра, равное  $-n\Omega_1\tau$  или  $-\Omega\tau$  соответственно для периодического или непериодического сигнала;
5. Деление на  $j\Omega$ ;
6. Умножение на  $j\Omega$ .

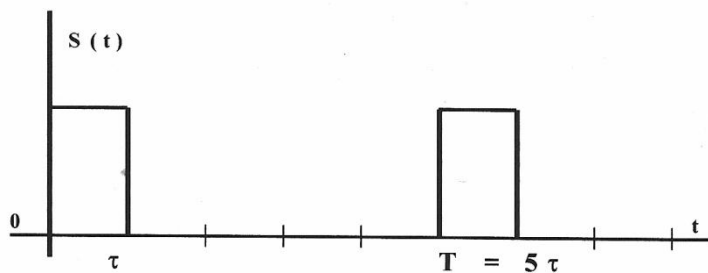
#### Вариант 4.

3. Каким является сигнал, для которого при любых  $t$  выполняется соотношение  $S(t) = S(t \pm kT)$ , где  $T = \text{const}$ ;  $k=1,3,4,7,10,\dots$ :

1. Конечным во времени;
2. Непериодическим;
3. Имеющим дискретный спектр;

4. Периодическим;
5. Бесконечным во времени;
6. Имеющим непрерывный спектр.

II. Каких гармоник не будет в периодическом сигнале:

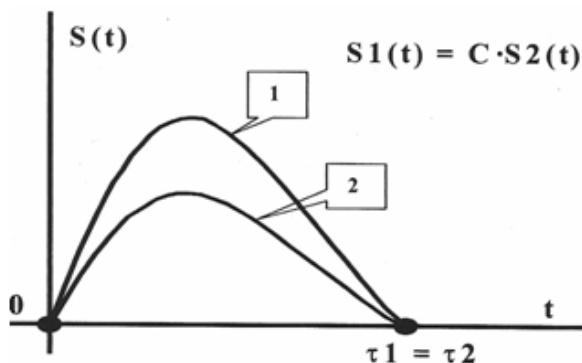


1. Всех четных;
2. Всех нечетных
3. Каждой третьей;
4. Третьей и далее всех нечетных;
5. Каждой пятой.

III. Чему равна размерность амплитудного спектра непериодического напряжения:

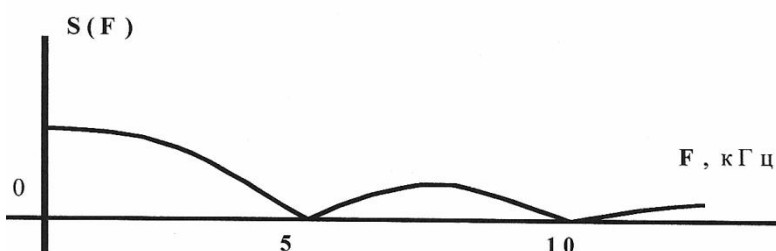
4. Размерности сигнала;
5. Размерности сигнала, деленной на Гц;
6. Вольт;
7. Ампер;
8. В/Гц;
9. Размерности сигнала, умноженной на секунду.

IV. Какие соотношения справедливы между спектральными и временными характеристиками для сигналов  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$  и  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  имеющими ширины спектров  $\Delta\omega_1$  и  $\Delta\omega_2$ , длительности  $\tau_1$  и  $\tau_2$



1.  $\Delta\omega_1 > \Delta\omega_2$ ;
2.  $S_1(j\Omega) = S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
3.  $S_1(j\Omega) > S_2(j\Omega)$  при  $\Omega = 0$ ;
4.  $\tau_1 > \tau_2$ ;
5.  $S_1(t) = S_2(t)$  при  $t = 0$
6.  $\Delta\omega_1 = \Delta\omega_2$ ;
7.  $S_1(t) > S_2(t)$  при  $t = 0$ .

V. Определить длительность непериодического или период и длительность периодических прямоугольных импульсов по их спектральной диаграмме:



1.  $\tau = 1$  мс;
2.  $\tau = 0.1$  мс;
3.  $\tau = 0.01$  мс;
4.  $T = 5$  мс;
5.  $T = 1$  мс;
6.  $T = 20$  мкс;
7.  $\tau = 0.2$  мс

VI. Какая операция над спектральными плотностями сигналов 1 и 2 соответствует следующей операции над этими сигналами во времени:  $S_2(t) = S_1(t-\tau)$ :

1. Произведение спектральных плотностей;
2. Сумма спектральных плотностей;
3. Фазовый сдвиг каждой спектральной составляющей на величину  $\Omega\tau$  или  $n\Omega\tau$  соответственно для непериодического или периодического сигнала;
4. Приращение фазового спектра, равное  $-n\Omega_1\tau$  или  $-\Omega\tau$  соответственно для периодического или непериодического сигнала;
5. Деление на  $j\Omega$ ;
6. Умножение на  $j\Omega$ .

II семестр

### Контролирующая программа №2

#### Передача управляющих сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами

##### Вариант №1.

I. Каков отклик цепи на сигнал, представленный в виде суммы сигналов произвольной формы:

1. сумма гармонических сигналов с амплитудами и фазами, определяемыми АЧХиФЧХцепи;
2. переходная характеристика цепи;
3. сумма реакций цепи на каждое из входных воздействий;
4. импульсная характеристика цепи;
5. для ответа недостаточно данных.

II. Какие утверждения справедливы для линейной цепи с постоянными параметрами:

1. в выходном сигнале появляются спектральные составляющие, отсутствующие во входном сигнале;
2. дифференциальное уравнение, описывающее цепь, имеет постоянные коэффициенты;
3. амплитуда сигнала на выходе цепи пропорциональна амплитуде сигнала на входе;
4. гармоническому сигналу на входе соответствует негармонический сигнал на выходе цепи;
5. не выполняется принцип суперпозиции;
6. выполняется принцип транспозиции.

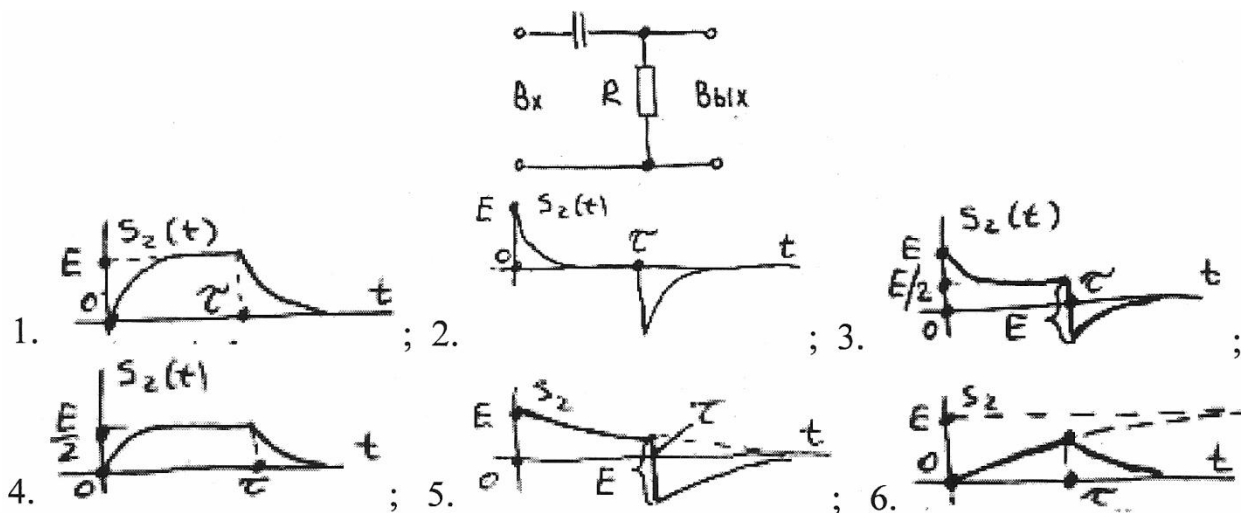
III. Какая характеристика позволяет непосредственно отыскать отклик цепи (или его спектральную плотность) на заданный входной сигнал спектральным методом:

1. АЧХ цепи;
2. импульсный отклик цепи;
3. ФЧХцепи;
4. комплексный коэффициент передачи;
5. переходная характеристика цепи.

IV. На вход цепи с характеристиками  $g(t) = k(j\Omega)$  действует сигнал  $S_1 = S_1(j\Omega)$ . Какие выражения для выходного сигнала  $S_2 = S_2(j\Omega)$  справедливы:

1.  $S_2(j\Omega) = S_1(j\Omega)k(j\Omega)$ ;
2.  $S_2(t) = \int_0^t g(x)S_1(t-x)dx$ ;
3.  $S_2(t) = \int_0^t \left[ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} k(j\Omega)e^{j\Omega x} d\Omega \right] S_1(t-x)dx$ ;

V. Каков отклик цепи (см. рис.) на сигнал в виде прямоугольного импульса амплитуды  $E$  и длительности  $\tau$



VI. Какие утверждения справедливы для цепи, изображенной в вопросе V:

1. это ФНЧ;
2. это ФВЧ;
3. вносит положительный фазовый сдвиг в гармонический сигнал;

величина вносимого цепью фазового сдвига по модулю тем больше, чем выше частота входного сигнала.

### Вариант №2

I. Каков отклик цепи на сигнал, представленный в виде суммы гармонических сигналов:

1. сумма реакций цепи на каждое из входных воздействий;
2. сумма гармонических сигналов с амплитудами и фазами, определяемыми АЧХ и ФЧХ цепи;
3. переходная характеристика цепи;
4. импульсная переходная характеристика цепи;
5. для ответа недостаточно данных.

II. Какие утверждения несправедливы для линейной цепи с постоянными параметрами:

1. в выходном сигнале появляются спектральные составляющие, отсутствующие во входном сигнале;

2. цепь описывается дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами;
3. амплитуда сигнала на выходе цепи пропорциональна амплитуде сигнала на входе;
4. гармоническому входному сигналу соответствует негармонический сигнал на выходе;
5. выполняется принцип суперпозиции;
6. не выполняется принцип транспозиции.

III. Какая характеристика цепи позволяет непосредственно найти отклик (или его спектральную плотность) на заданный входной сигнал методом интеграла наложения:

АЧХ цепи;

ФЧХ цепи;

комплексный коэффициент передачи цепи;

импульсный отклик цепи;

переходная характеристика цепи.

IV. На вход цепи с характеристиками  $g(t) = k(j\Omega)$  действует сигнал  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$ . Какие выражения для выходного сигнала  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  справедливы:

$$1. S_2(j\Omega) = k(j\Omega)S_1(j\Omega);$$

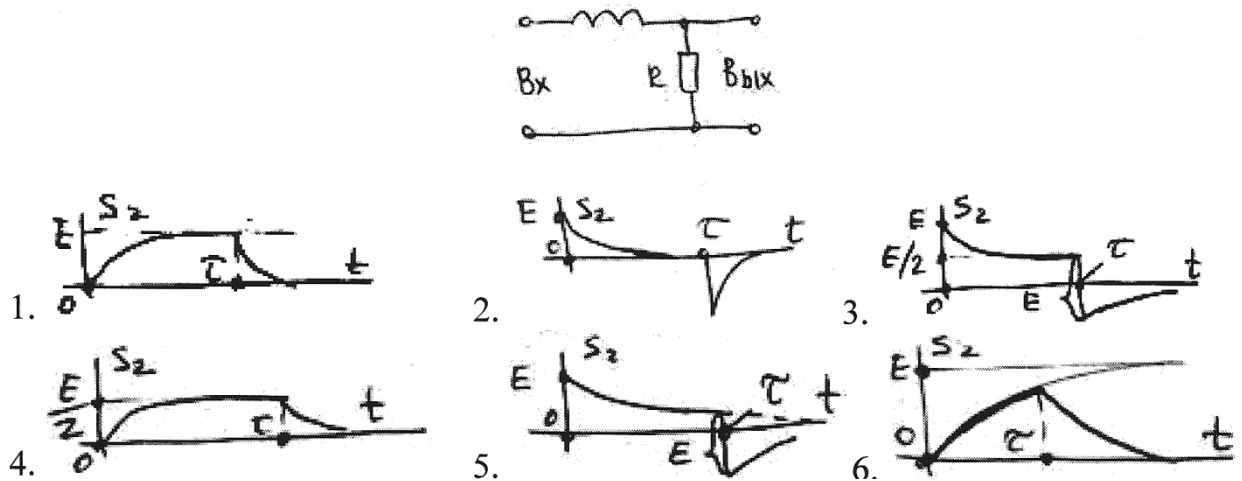
$$2. S_2(t) = \int_0^t S_1(x)g(t-x)dx;$$

$$3. S_2(t) = \int_0^t \left[ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} k(j\Omega)e^{j\Omega x} d\Omega \right] S_1(t-x)dx;$$

$$4. S_2(t) = \int_0^t \left[ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_1(j\Omega)e^{j\Omega x} d\Omega \right] g(t-x)dx;$$

V. Каков отклик цепи (см. рис.) на сигнал в виде прямоугольного импульса амплитуды  $E$  и длительности  $\tau$





VI. Какие утверждения справедливы для цепи, изображенной в вопросе 5:

1. это ФНЧ
2. это ФВЧ;
3. вносит положительный фазовый сдвиг в гармонический сигнал;
4. модуль фазового сдвига растет с понижением частоты входного сигнала;
5. вносит отрицательный фазовый сдвиг в гармонический сигнал.

### Вариант №3

I. Каков отклик цепи на сигнал в виде единичного скачка:

1. сумма реакций, цепи на каждое, из входных воздействий;
2. сумма гармонических сигналов с амплитудами и фазами, определяемыми АЧХиФЧХцепи;
3. переходная характеристика цепи;
4. импульсная переходная характеристика цепи;
5. для ответа недостаточно данных.

II. Какие утверждения справедливы для линейной цепи с постоянными параметрами:

1. в выходном сигнале не появляются спектральные составляющие, отсутствующие во входном сигнале;
2. дифференциальное уравнение, описывающее цепь имеет постоянные коэффициенты и линейное;
3. амплитуда сигнала на выходе цепи не пропорциональна амплитуде сигнала на входе;
4. гармоническому сигналу на входе соответствует гармонический сигнал на выходе цепи;
5. не выполняется принцип суперпозиции;
6. не выполняется, принцип транспозиции.

III. Какая характеристика цепи позволяет непосредственно найти отклик цепи (или его спектральную плотность) на заданный входной сигнал спектральным методом по спектральной плотности входного сигнала:

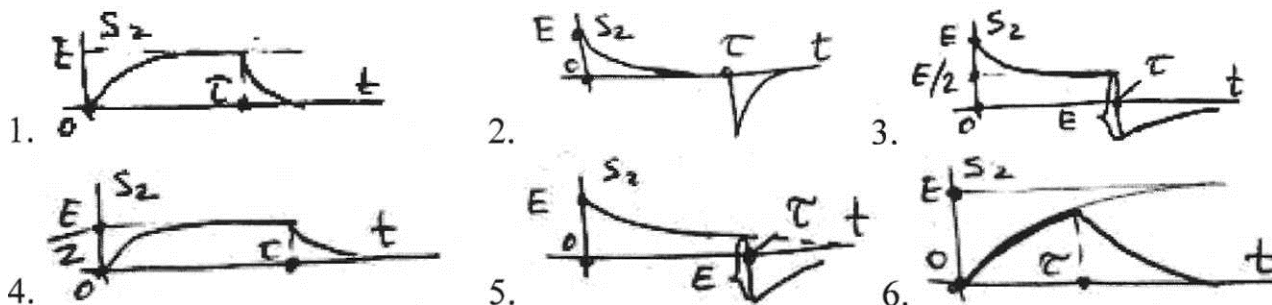
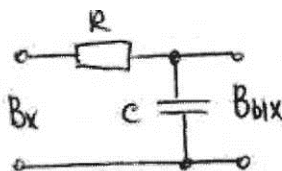
1. комплексный коэффициент передачи цепи;
2. импульсный отклик цепи;
3. АЧХ цепи;
4. ФЧХ цепи;
5. переходная характеристика цепи.

IV. На вход цепи с характеристиками  $g(t) = k(j\Omega)$  действует сигнал  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$ . Какие выражения для выходного сигнала  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  справедливы:

1.  $S_2(j\Omega) = k(j\Omega)S_1(j\Omega)$ ;
2.  $S_2(t) = \int_0^t S_1(x)g(t-x)dx$ ;
3.  $S_2(t) = \int_0^t \left[ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} k(j\Omega)e^{j\Omega x} d\Omega \right] S_1(t-x)dx$ ;
4.  $S_2(t) = \int_0^t \left[ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_1(j\Omega)e^{j\Omega x} d\Omega \right] g(t-x)dx$ ;

∞

V. Каков отклик цепи (см. рис.) на сигнал в виде прямоугольного импульса амплитуды  $E$  и длительности  $\tau$ .



VI. Какие утверждения, справедливы для цепи, изображенной в вопросе 5:

1. это ФНЧ;
  2. это ФВЧ;
  3. вносит положительный фазовый сдвиг в гармонический сигнал;
  4. фазовый сдвиг убывает с ростом частоты;
  5. вносит отрицательный фазовый сдвиг в гармонический сигнал;
- модуль фазового сдвига растет с увеличением частоты.

Вариант 4.

I. Каков отклик цепи на сигнал в виде единичного импульса (дельта-импульса):

1. сумма реакций цепи на каждое из входных воздействий;
2. сумма гармонических сигналов с амплитудами и фазами, определяемыми АЧХ и ФЧХ цепи;
3. переходная характеристика цепи;
4. импульсная переходная характеристика цепи;
5. для ответа недостаточно данных.

II. Какие утверждения несправедливы для линейной цепи с постоянными параметрами:

1. выходном сигнале не появляются спектральные составляющие, отсутствующие во входном сигнале;
2. цепь описывается линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами;
3. амплитуда сигнала на выходе цепи, не пропорциональна амплитуде сигнала на входе;
4. гармоническому сигналу на входе соответствует негармонический сигнал на выходе цепи;
5. выполняется принцип суперпозиции;
6. выполняется принцип транспозиции.

III. Какая характеристика цепи, позволяет непосредственно найти отклик цепи (или его спектральную плотность) на заданный входной сигнал в виде тригонометрического ряда Фурье:

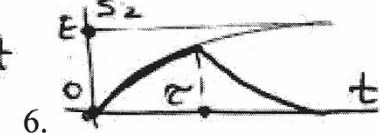
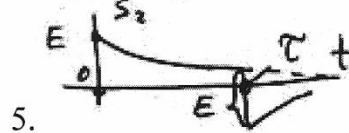
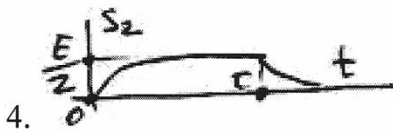
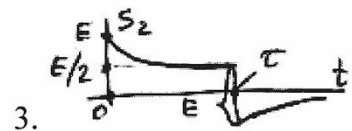
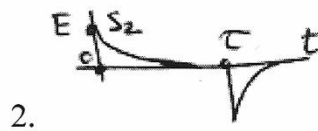
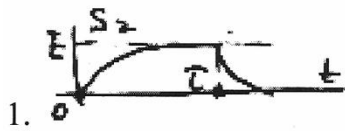
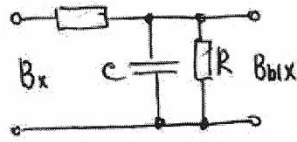
1. комплексный коэффициент передачи;
2. импульсный, отклик цепи;
3. АЧХ цепи;
4. переходная характеристика цепи;

ФЧХ цепи.

IV. На вход цепи с характеристиками  $g(t) = k(j\Omega)$  действует сигнал  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$ . Какие выражения для выходного сигнала  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  справедливы:

1.  $S_2(j\Omega) = k(j\Omega)S_1(j\Omega)$ ;
2.  $S_2(t) = \int_0^t S_1(x)g(t-x)dx$ ;
3.  $S_2(t) = \int_0^t \left[ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} k(j\Omega)e^{j\Omega x} d\Omega \right] S_1(t-x)dx$ ;
4.  $S_2(t) = \int_0^t \left[ \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_1(j\Omega)e^{j\Omega x} d\Omega \right] g(t-x)dx$ ;

V. Каков отклик цепи (см. рис.) на сигнал в виде прямоугольного импульса амплитуды  $E$  и длительности  $T$ .



VI. Какие утверждения справедливы для цепи, изображенной в вопросе 5:

1. это ФНЧ;
2. это ФВЧ;
3. вносит положительный фазовый сдвиг в гармонический сигнал;
4. модуль фазового сдвига возрастает с увеличением частоты;
5. вносит отрицательный фазовый сдвиг в гармонический сигнал;
6. фазовый сдвиг - возрастающая функция частоты.

6.2. Тесты по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

I семестр

I Вариант.

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_.

Группа \_\_\_\_\_.

Дата проведения проверки \_\_\_\_\_.

1. Характеристика спектра периодического сигнала.
  - а) сплошной;
  - б) дискретный, линейчатый с частотами кратными основной частоте входного сигнала;
  - в) дискретный линейчатый с частотами некратными основной частоте входного сигнала.
2. Период повторения сигнала равен 1 мкс. Чему равна частота второй гармоники спектра сигнала
  - а) 2 МГц;
  - б) 1 МГц;
  - в) 0.5 МГц.
3. Как изменится ширина спектра импульса при увеличении его длительности в 2 раза?
  - а) уменьшится в 2 раза;
  - б) увеличится в 2 раза;
  - в) не изменится.
4. Чему равен интервал корреляции импульса длительностью 1 мкс?
  - а) 1 мкс;
  - б) 2 мкс;
  - в) 0.5 мкс.
5. Указать верное выражение для фазомодулированного сигнала с тональной модуляцией с частотой  $\Omega$ .
  - а)  $s(t) = A_0(1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_0 t$ ;
  - б)  $s(t) = A_0(\cos \omega_0 t + \cos \Omega t)$ ;
  - в)  $s(t) = A_0(\cos \omega_0 t + m \cdot \cos \Omega t)$ .
6. Чему равна ширина спектра амплитудномодулированного сигнала с несущей частотой  $\omega_0$  и наивысшей частотой спектра информационного сигнала  $\Omega_m$ ?
  - а)  $2\omega_0$ ;
  - б)  $2\Omega_m$ ;
  - в)  $\omega_0 - \Omega_m$ ;
  - г)  $\omega_0 + \Omega_m$ .
7. Чему равна дисперсия случайного сигнала?
  - а) размаху изменения амплитуды случайного сигнала относительно среднего значения;
  - б) энергии флуктуационной составляющей случайного сигнала;
  - в) энергии средней составляющей случайного сигнала.
8. Два случайных сигнала некоррелированные, если их взаимный энергетический спектр
  - а) равен 0;
  - б) равномерен;

в) изменяется по линейному закону.

9. Что такое импульсная характеристика?

- а) отклик цепи на линейноизменяющееся воздействие;
- б) отклик цепи на единичный скачкообразный импульс;
- в) отклик цепи на прямоугольный импульс;
- г) отклик цепи на единичный  $\delta$ -импульс.

10. Как изменится длительность импульсной характеристики, если полосу частот увеличить в 2 раза?

- а) увеличится в 2 раза;
- б) уменьшится в 2 раза;
- в) не изменится.

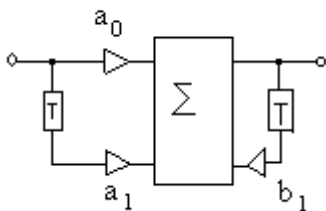
11. Указать верную формулу для нахождения выходного сигнала на выходе линейной цепи по методу интеграла наложения.

а)  $s_{\text{вых}}(t) = \int_0^t s_{\text{вх}}(\omega)K(j\omega)dt$ ;

б)  $s_{\text{вых}}(t) = \int_0^t s_{\text{вх}}(t)K(j\omega - \omega_0)dt$ ;

в)  $s_{\text{вых}}(t) = \int_0^t s_{\text{вх}}(\tau)g(t - \tau)d\tau$ .

12. Охарактеризуйте цифровой фильтр, изображенный на рисунке.



- а) трансверсальный фильтр 1-ого порядка;
- б) рекурсивный фильтр 1-ого порядка;
- в) трансверсальный фильтр 2-ого порядка;
- г) рекурсивный фильтр 2-ого порядка.

13. Режим с каким углом отсечки необходимо выбрать при построении утроителя частоты на основе нелинейного элемента?

- а)  $60^\circ$ ;
- б)  $90^\circ$ ;
- в)  $40^\circ$ ;
- г)  $180^\circ$ .

14. Для выполнения частотного детектирования при использовании линейного частотного фильтра необходимо обеспечить условие

- а)  $\omega_p = \omega_0$ , т.е. равенства резонансной частоты фильтра и несущей частоты частотномодулированного сигнала;
- б)  $\omega_p \neq \omega_0$ , т.е. неравенства резонансной частоты фильтра и несущей частоты частотномодулированного сигнала;
- в)  $K(\omega_p) \gg K(\omega_0)$ , т.е. коэффициент передачи фильтра на резонансной частоте должен быть существенно больше коэффициента передачи на несущей частоте.

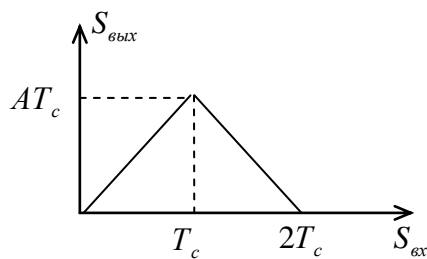
15. Условие баланса амплитуд в автогенераторе.

- а)  $K_y(\omega_2) \cdot K_{oc}(\omega_2) = 1$ ;
- б)  $K_y(\omega_2) \cdot K_{oc}(\omega_2) \ll 1$ ;
- в)  $K_y(\omega_2) \cdot K_{oc}(\omega_2) > 1$ .

16. Основная проблема синтеза цифрового фильтра по аналоговому прототипу.

- а) дискретность импульсной характеристики цифрового фильтра;
- б) периодичность импульсной характеристики;
- в) периодичность частотной характеристики цифрового фильтра.

17. Входной сигнал – прямоугольный импульс. Укажите верную форму сигнала на выходе фильтра согласованного с прямоугольным импульсом.



Подпись студента \_\_\_\_\_  
Ф.И.О., подпись преподавателя \_\_\_\_\_

Тесты по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»  
2 Вариант.

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_.

Группа \_\_\_\_\_.

Дата проведения проверки \_\_\_\_\_.

1. Выражение для спектральной плотности сигнала

а)  $S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t)e^{-j\omega t} d\omega;$

б)  $s(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} S(\omega)e^{j\omega t} d\omega;$

в)  $S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} s(t)e^{-j\omega t} d\omega.$

2. У какого импульса временная форма совпадает с формой спектральной плотности?

- а) прямоугольный импульс;
- б) пилообразный импульс;
- в) гауссов импульс.

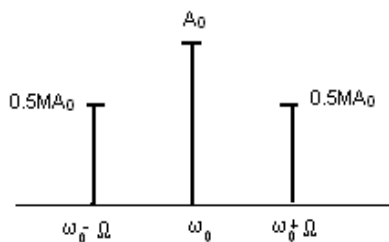
3. Какой сигнал имеет равномерный спектр на всей полосе частот?

- а)  $\delta$  - импульс;
- б) единичный импульс;
- в) прямоугольный импульс.

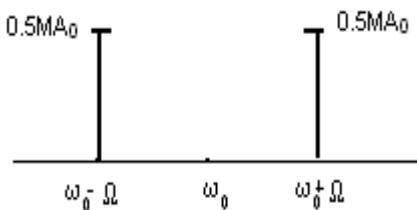
4. Чему равна АКФ сигнала при  $\tau = 0$  ?

- а) амплитуде сигнала;
- б) энергии сигнала;
- в) длительности сигнала.

5. Указать верное изображение спектра балансномодулированного сигнала с тональной модуляцией с частотой  $\Omega$ .

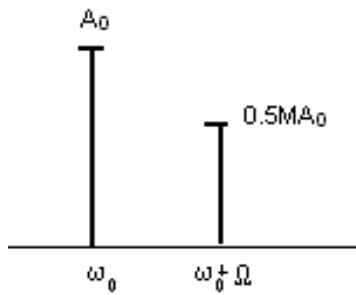


а)



б)





- в) б. Какой случайный сигнал называют стационарным?
- а) случайный сигнал, у которого характеристики не зависят от момента наблюдения;
- б) случайный сигнал, у которого характеристики зависят от момента наблюдения;
- в) случайный сигнал, у которого при вычислении характеристик можно производить усреднение по времени.
7. Что такое гауссов шум?
- а) случайный сигнал, у которого зависимость амплитуды от времени  $A(t)$  имеет форму гауссовой кривой;
- б) случайный сигнал, у которого плотность вероятности  $P(x)$  имеет форму гауссовой кривой;
- в) случайный сигнал, у которого спектральная плотность энергии  $|S(\omega)|^2$  имеет форму гауссовой кривой.
8. Укажите формулу взаимосвязи АКФ случайного сигнала с нулевым средним и спектральной плотности мощности.

□ а)  $B_x(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} |S(\omega)|^2 e^{-j\omega\tau} d\omega;$

□ б)  $B_x(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} |S(\omega)|^2 e^{-j\omega\tau} d\omega;$

□ в)  $B_x(\tau) = \int_0^T |S(\omega)|^2 e^{-j\omega\tau} d\omega.$

9. Формула взаимосвязи частотной и импульсной характеристики.

□ а)  $K(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) dt;$

□ б)  $K(j\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) dt;$

□ в)  $K(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) e^{-j\omega t} dt.$

10. Указать верную формулу для спектральной плотности сигнала на выходе идеального интегратора.

□ а)  $S_{\text{вых}}(\omega) = \frac{1}{j\omega\tau} S_{\text{вх}}(\omega);$

□ б)  $S_{\text{вых}}(\omega) = j\omega\tau S_{\text{вх}}(\omega);$

□ в)  $S_{\text{вых}}(\omega) = S_{\text{вх}}(\omega) e^{j\omega\tau}.$

11. Как изменяется АКФ случайного сигнала при прохождении через интегрирующую цепь?

- а) не изменится;
- б) уменьшаются осцилляции АКФ;
- в) увеличиваются осцилляции АКФ.

12. Указать верную форму кусочно-линейной аппроксимации ВАХ нелинейного элемента.

- а)  $i_{\text{вых}}(U_{\text{вх}}) = a_0 + a_1(U_{\text{вх}} - U_0)$ ;
- б)  $i_{\text{вых}}(U_{\text{вх}}) = \begin{cases} (U_{\text{вх}} - U_0), & \text{если } U_{\text{вх}} > U_0 \\ S(U_{\text{вх}} - U_0)^2, & \text{если } U_{\text{вх}} < U_0 \end{cases}$ ;
- в)  $i_{\text{вых}}(U_{\text{вх}}) = \begin{cases} 0, & \text{если } U_{\text{вх}} > U_n \\ S(U_{\text{вх}} - U_n), & \text{если } U_{\text{вх}} < U_n \end{cases}$ .

13. Чтобы увеличить глубину модуляции при получении АСМ необходимо:

- а) увеличить амплитуду модулирующего напряжения;
- б) уменьшить амплитуду моделирующего напряжения;
- в) увеличить частоту моделирующего напряжения;
- г) увеличить амплитуду несущего колебания.

14. Условие баланса амплитуд в автогенераторе.

- а)  $K_y(\omega_2) \cdot K_{oc}(\omega_2) = 1$ ;
- б)  $K_y(\omega_2) \cdot K_{oc}(\omega_2) \ll 1$ ;
- в)  $K_y(\omega_2) \cdot K_{oc}(\omega_2) > 1$ .

15. В каком режиме должен работать нелинейный элемент в автогенераторе при жёстком режиме запуска?

- а) А;
- б) В;
- в) С.

16. Чему равно число различных коэффициентов  $C_i$  в дискретном преобразовании Фурье? Где  $T$  – длительность сигнала,  $\Delta$  – интервал дискретизации.

- а)  $N = T / \Delta$ ;
- б)  $N = T \cdot \Delta$ ;
- в)  $N = T^\Delta$ ;
- г)  $N = \Delta^T$ .

17. Укажите верное выражение для передаточной функции трансверсального фильтра

- а)  $K_T(j\omega) = \sum_{k=0}^H a_k e^{-jk\omega T}$ ;

$$\square \text{ б) } K_T(j\omega) = \frac{\sum_{k=0}^H a_k e^{-jk\omega T}}{1 - \sum_{m=1}^H b_m e^{-jm\omega T}};$$

$$\square \text{ в) } K_T(j\omega) = \sum_{k=0}^H a_k e^{-jk\omega T} \left( 1 - \sum_{m=1}^H b_m e^{-jm\omega T} \right).$$

Подпись студента \_\_\_\_\_

Ф.И.О., подпись преподавателя \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

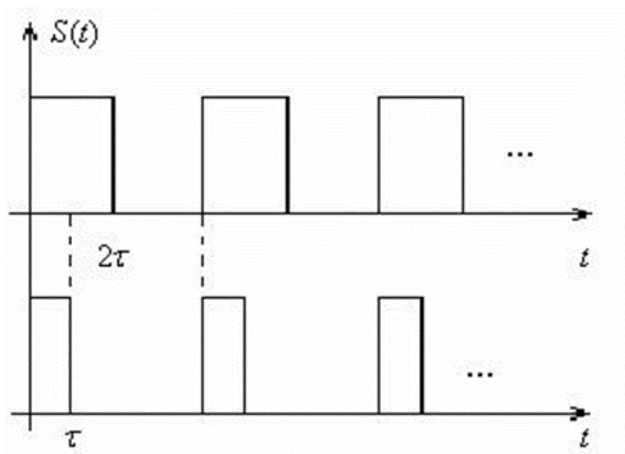
### 6.3. Контрольные задачи по СРС

I семестр

Контрольные задания по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

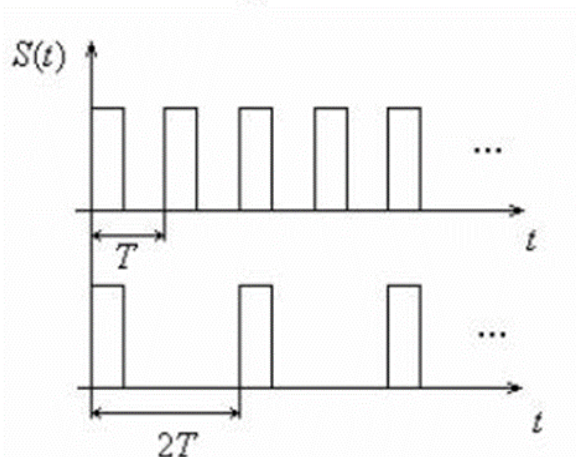
Задача 1.

**Найти спектры последовательностей прямоугольных импульсов:**



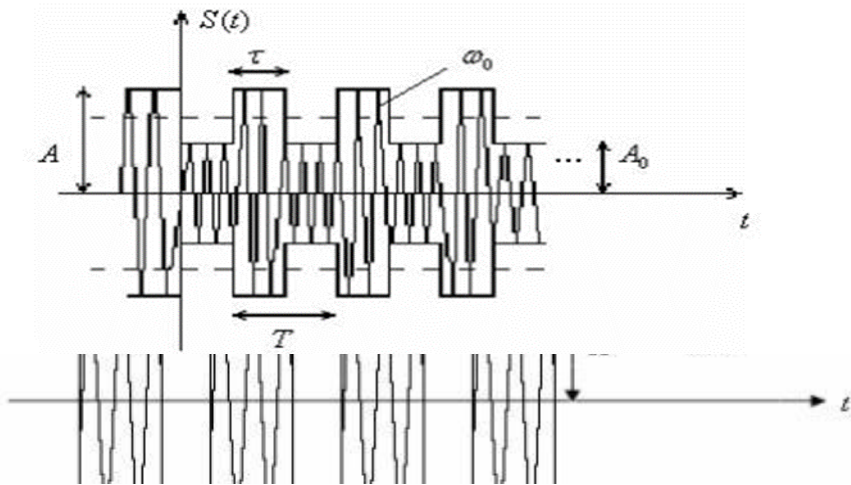
Задача 2.

**Найти спектры последовательностей прямоугольных импульсов:**

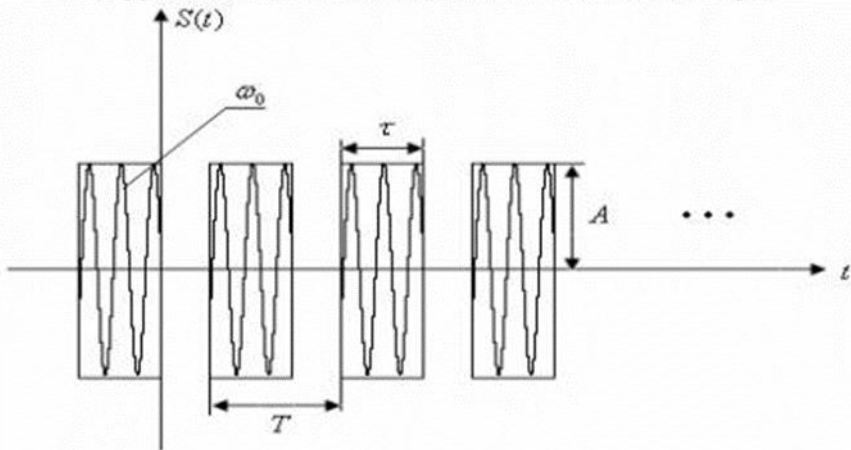


Задача 3.

По данному сигналу найти его спектр:

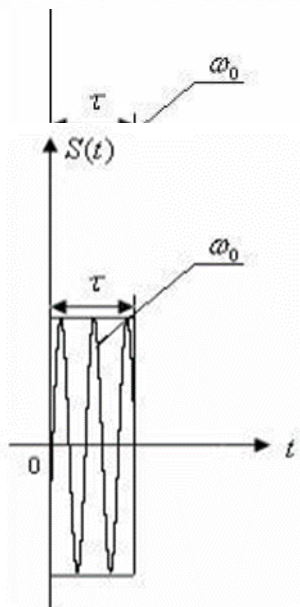


По данному сигналу найти его спектр:



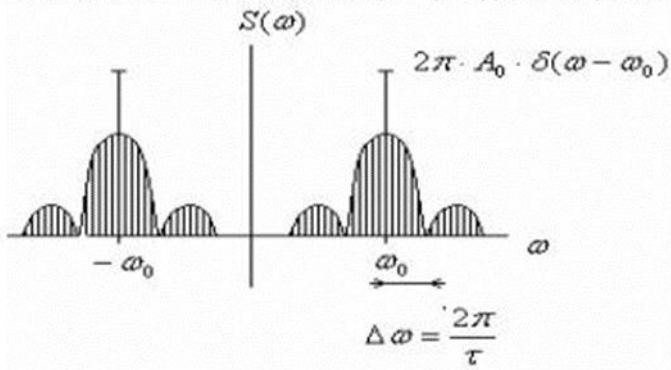
По данному сигналу  
найти его спектр:

По данному сигналу  
найти его спектр:



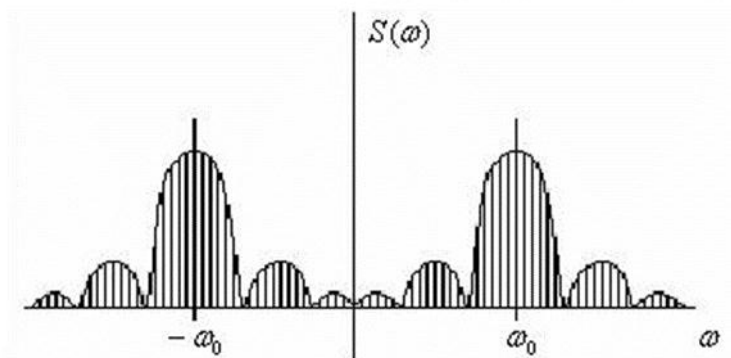
Задача 6.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



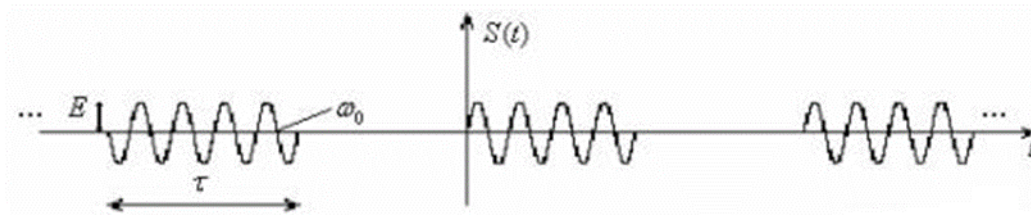
Задача 7.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



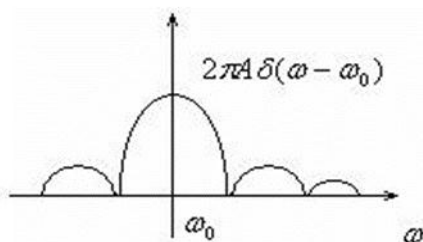
Задача 8.

Найти спектр сигнала:



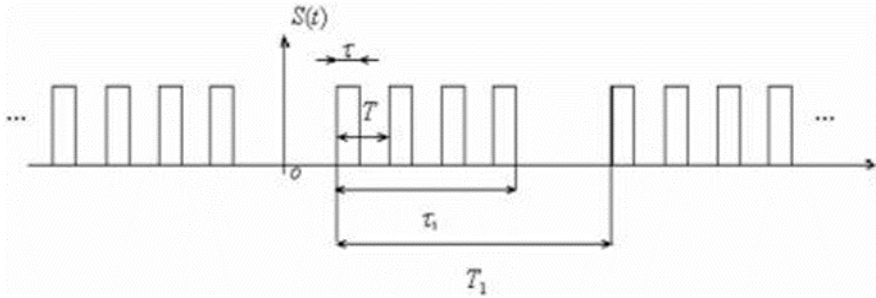
Задача 9.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



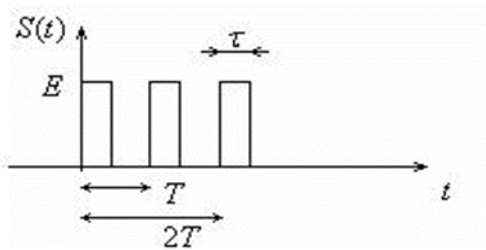
Задача 10.

Найти спектр сигнала:



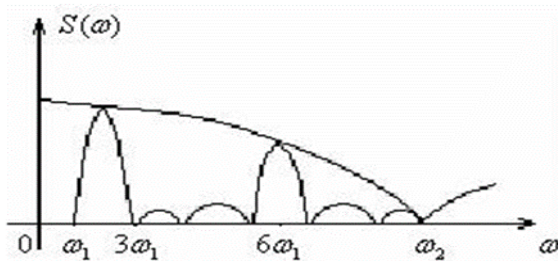
Задача 11.

Найти спектр сигнала:



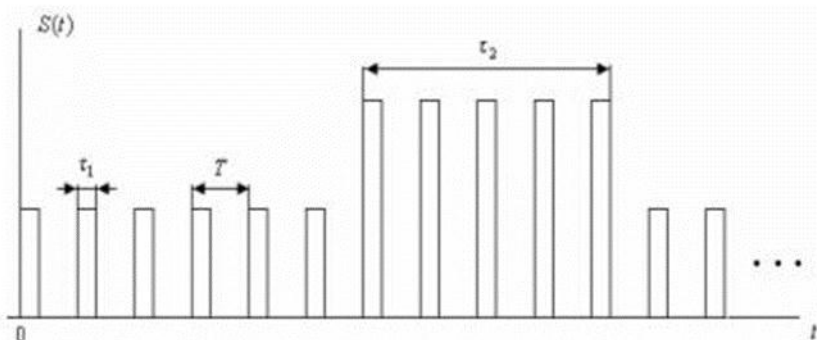
Задача 12.

По данному спектру найти сигнал:



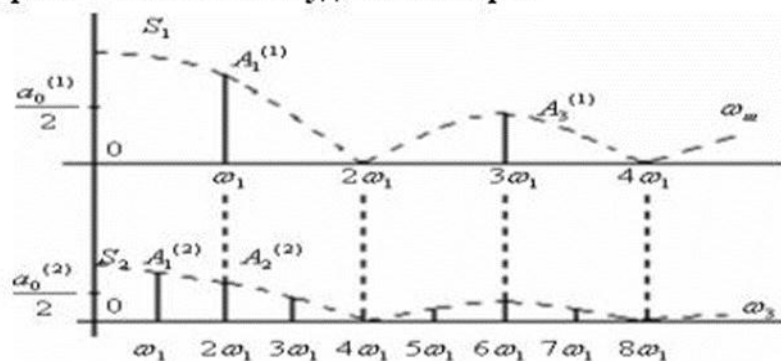
Задача 13.

Построить амплитудный спектр сигнала и определить его параметры:



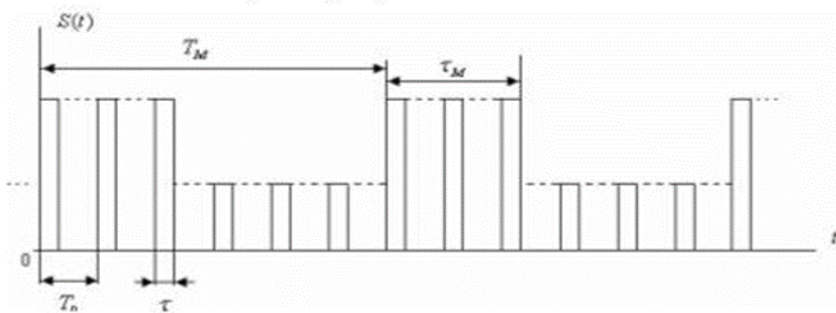
Задача 14.

Изобразить временные диаграммы периодических сигналов  $S_1$  и  $S_2$ , отражающие различия их амплитудных спектров:



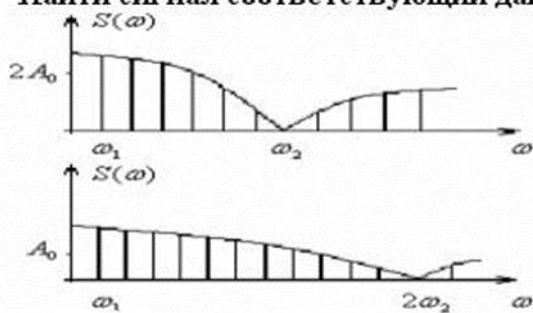
Задача 15.

Изобразить качественный вид спектра, отразив, какие его параметры определяют величины  $T_M, \tau_M, T_0, \tau$ .



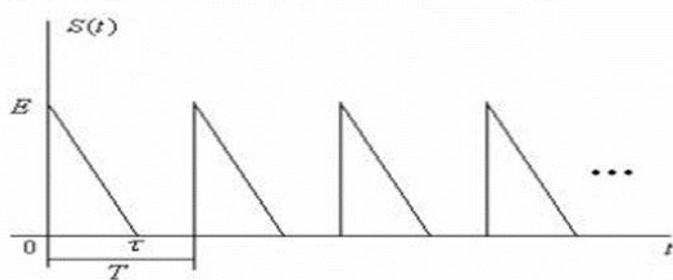
Задача 16.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



Задача 17.

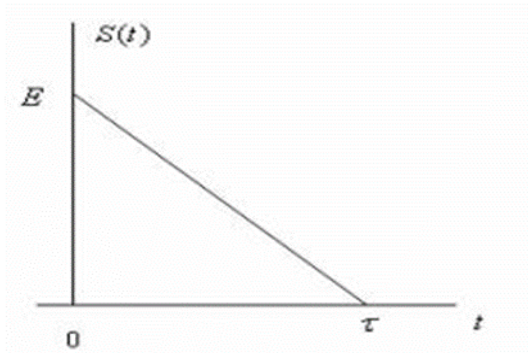
По данному сигналу найти его спектр:





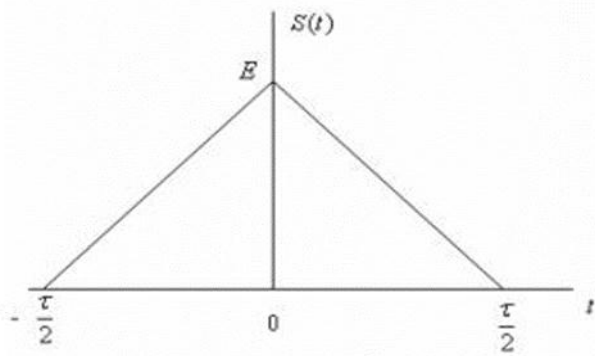
Задача 18.

По данному сигналу найти его спектр:



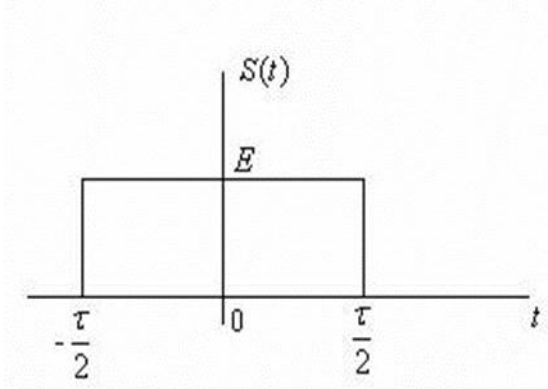
Задача 19.

По данному сигналу найти его спектр:



Задача 20.

По данному сигналу найти его спектр:

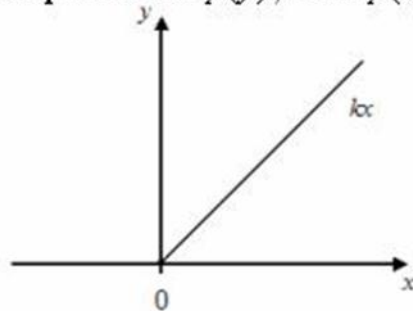


II семестр.

Задача 1.

Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$ -Гауссово распределение,  $m_x = 0, \sigma_x^2 = 1,$

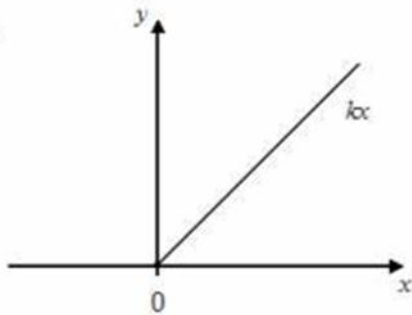
$k = 1:$



Задача 2.

Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$ -распределение Рэлея,  $m_x = 0, \sigma_x^2 = 1$

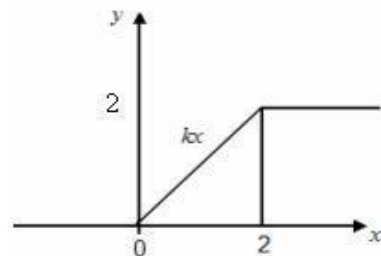
$k = 1:$



Задача 3.

Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$ -распределение Гаусса,  $m_x = 0, \sigma_x^2 = 1$

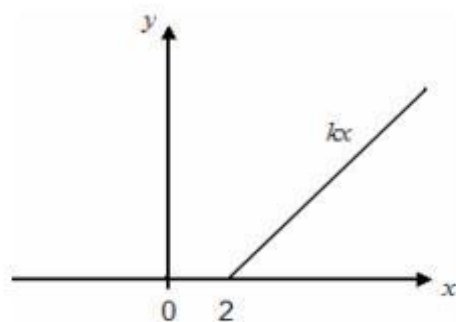
$k = 1:$



Задача 4.

Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$ -распределение Гаусса,  $m_x = 0, \sigma_x^2 = 1,$

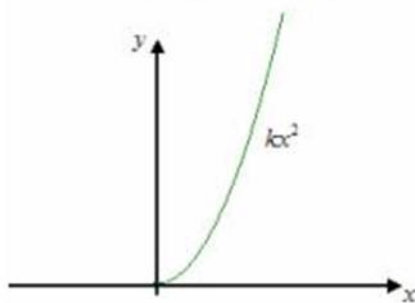
$k = 1:$



Задача 5.

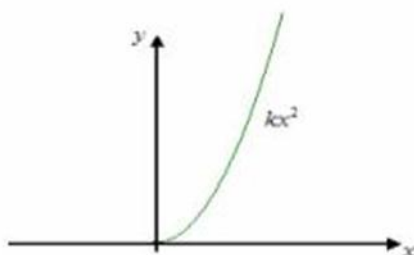
Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x) = \exp(-\alpha x)$ ,  $\alpha$  - константа,

$$m_x = 0, \sigma_x^2 = 1, k = 1:$$



Задача 6.

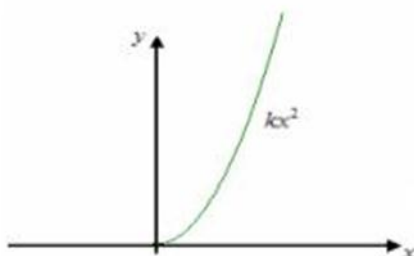
Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$  - распределение Рэлея,  $m_x = 0, \sigma_x^2 = 1, k = 1:$



Задача 7.

Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$  - равномерное распределение, на

отрезке  $[-\pi, 0]$ ,  $k = \sqrt{3}$  :



Задача 8.

Найти спектральную плотность мощности, если корреляционная функция

процесса:  $K = \sigma^2 \exp(-\alpha|\tau|)$

Задача 9.

Найти спектральную плотность мощности, если корреляционная функция

процесса:  $K = \sigma^2 \cos(\beta\tau)$

Задача 10.

Найти корреляционную функцию процесса, если спектральная плотность

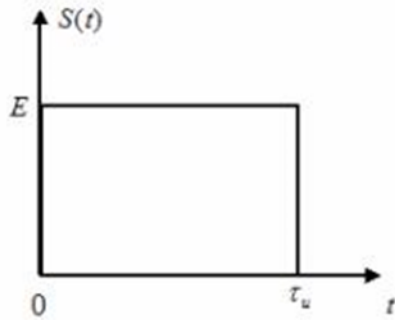
мощности описывается функцией:  $W(\omega) = W_0 \exp(-\beta\omega^2)$

Задача 11.

Найти корреляционную функцию процесса, если спектральная плотность мощности описывается функцией:  $W(\omega) = W_0 \cos^2(\omega)$

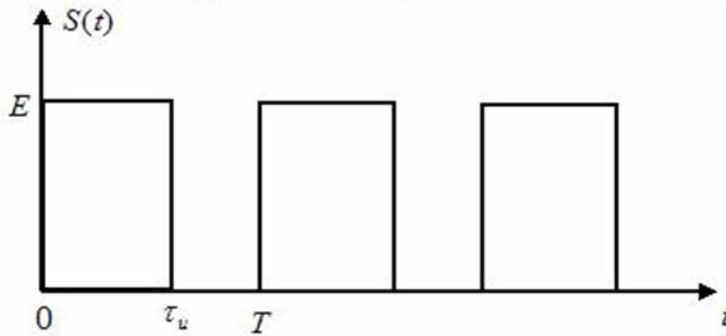
Задача 12.

Найти АКФ для сигнала представленного на рисунке:



Задача 13.

Найти АКФ для сигнала представленного на рисунке:



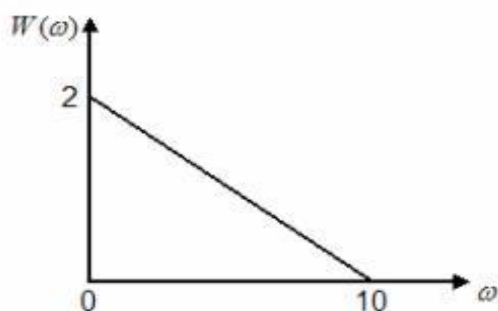
Задача 14.

Найти АКФ, если энергетический спектр описывается функцией:

$$W(\omega) = \begin{cases} 0, & \omega < -\omega \\ W_0, & -\omega < \omega < \omega \\ 0, & \omega > \omega \end{cases}$$

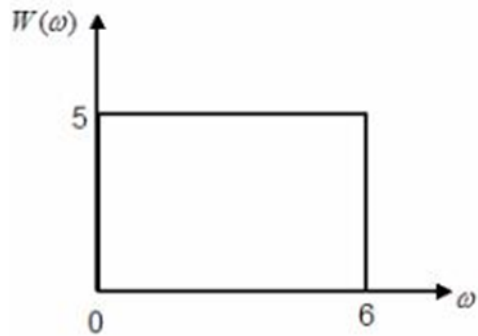
Задание 15.

Найти дисперсию процесса, если его спектральная плотность мощности:



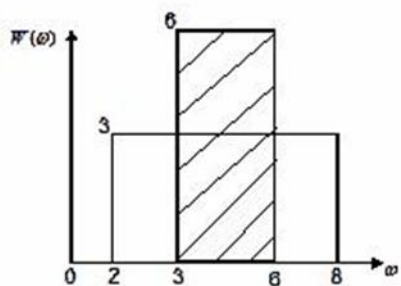
Задание 16.

Найти дисперсию процесса, если его спектральная плотность мощности:



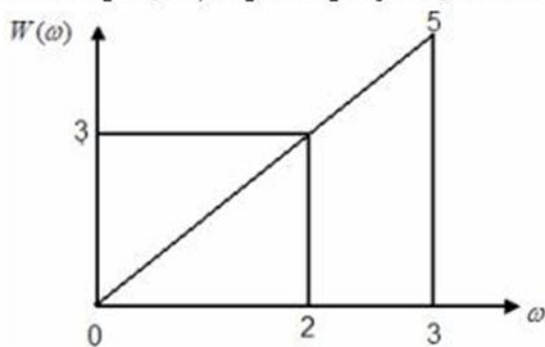
Задание 17.

Указать процесс, характеризующийся большей дисперсией:



Задание 18.

Указать процесс, характеризующийся большей дисперсией:



Задание 19.

Найти АКФ 3-х позиционного кода Баркера:

$$u = \{1, 1, 1\}$$

Задание 20.

Найти АКФ 3-х позиционного кода Баркера:

$$u = \{1, -1, 1\}$$

## 6.4. Экзаменационные билеты

Первый семестр

Второй семестр

1. Классификация случайных процессов

2. Выпрямление

1. Спектральные характеристики случайных сигналов

2. Преобразование частот

1. Узкополосные случайные колебания

2. Синхронное детектирование

1. Прохождение случайных колебаний через линейные цепи с постоянными параметрами

2. Фазовое детектирование

1. Преобразование характеристик случайного сигнала

2. Получение АМ-колебаний

1. Нормализация случайного процесса в узкополосных цепях

2. Нелинейные элементы

1. Огибающая, фаза и частота узкополосного случайного сигнала

2. Нелинейные цепи

1. Распространение огибающей Гауссова случайного сигнала

2. Авто взаимная корреляция и ковариационная функция случайного процесса

1. Распределение фазы узкополосного Гауссова сигнала

2. Корреляционный анализ детерминированных сигналов

1. Распределение частот узкополосного Гауссова сигнала

2. Формирование сигнала, сопряженным с заданным фильтром

1. Воздействие случайных сигналов на линейные цепи

2. Нелинейные элементы

1. Преобразование закона распределения и энергетического спектра в безинерционном нелинейном элементе

2. Получение АМ-колебаний

1. Воздействие суммы гармонического сигнала и шума на частотный детектор

2. Фазовое детектирование

1. Воздействие суммы гармонического сигнала и шума на амплитудный детектор

2. Синхронное детектирование

1. Корреляционный анализ детерминированных сигналов

2. Преобразование частот

1. Авто и взаимная корреляция и ковариационная функция случайного процесса

2. Выпрямление

## 6.5. Экзаменационные вопросы.

### 1 семестр

1. Классификация сигналов
2. Обобщенный ряд Фурье
3. Гармонический анализ периодического сигнала
4. Ряд Фурье
5. Периодическая последовательность прямоугольного импульса
6. Спектр РОЛ импульсов
7. Спектр меандра
8. Спектр пилообразного напряжения
9. Спектр треугольных импульсов
10. Мощность периодического сигнала
11. Гармонический анализ непериодического сигнала
12. Свойства преобразования Фурье
13. Распространение энергии в спектре непериодического сигнала
14. Спектр прямоугольного импульса
15. Спектр Гауссова импульса
16. Спектр импульса  $\text{Sin}(x)/x$
17. Дельта импульс
18. Спектр единичного сигнала
19. Спектр экспоненциального импульса
20. Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи
21. Метод огибающей
22. Прохождение радиоимпульса через резонансный усилитель
23. Искажение АМ колебания в резонансном усилителе
24. Интегральные цепи
25. Дифференциальные цепи
26. Метод интегрального наложения
27. Спектральный метод
28. Применение ООС
29. Обратная связь в усилителях
30. Резонансный усилитель
31. Каскадное соединение усилителей
32. Частотные и временные характеристики
33. Аналитический сигнал
34. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала
35. Спектр колебания при смешанной АМ-ЧМ
36. Спектр радиоимпульса с ЧМ заполнением
37. Фазовая и частотная модуляция
38. Спектр угловой модуляции
39. Угловая модуляция
40. Спектр амплитудной модуляции
41. Амплитудная модуляция



42. Модуляция
43. Узкополосный сигнал
44. Спектр колебания при угловой модуляции
45. Спектр ЛЧМ сигнала
46. Соотношение между длительностью сигнала и шириной спектра

2 семестр.

1. Классификация случайных процессов, стационарных СП, эргодическое свойство.
2. Законы распределений случайных процессов, их свойства, условия стационарности в широком и узком смысле.
3. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина.
4. Моменты и моментные функции случайных процессов
5. Модели случайных процессов, «белый шум» идеальный и реальный, нормальный широкополосный и узкополосный.
6. Независимость и некоррелируемость случайных процессов, разложение узкополосного нормального шума на квадратурные независимые составляющие.
7. Законы распределения огибающей фазы и частоты узкополосного нормального шума.
8. Преобразование спектральной плотности мощности и ковариационной функции в линейной цепи. Воздействие «белого шума» на линейную цепь.
9. Распространение суммы независимых гармонических колебаний со случайными фазами.
10. Нормализация случайных процессов в линейных цепях (примеры). Денормализация (примеры).
11. Преобразование закона распределения случайного процесса в нелинейном безинерционном элементе.
12. Методы отыскания энергетических характеристик СП на выходе нелинейной цепи.
13. Воздействие нормального узкополосного шума на линейный и квадратичный амплитудные детекторы.
14. Воздействие суммы гармонического сигнала и нормального узкополосного шума на линейный амплитудный детектор. Распределение огибающей и его свойства. Отношение С/П при малом и большом сигнале.
15. Воздействие суммы гармонического сигнала и нормального узкополосного шума на квадратичный амплитудный детектор. Распределение огибающей и его свойства. Отношение С/П при малом и большом сигнале.
16. Воздействие суммы гармонического сигнала и нормального узкополосного шума на частотный детектор. С/П на выходе (пример).
17. Понятие об основных задачах статической радиотехники на примере разложения систем.
18. Согласованная фильтрация заданного сигнала. Неравенство Шварца.

19. Частотная и импульсная характеристика согласованного с заданным сигналом фильтра. Критерий Пэли-Винера.

20. Сигнал и шум на выходе согласованного фильтра. Форма полезного сигнала и корреляционная функция шума, понятие корреляционной функции детектированного сигнала.

21. Построение фильтров согласованных с одиночным прямоугольным импульсом и с пачкой импульсов.

22. Согласованный фильтр для радиоимпульса с ЛЧМ.

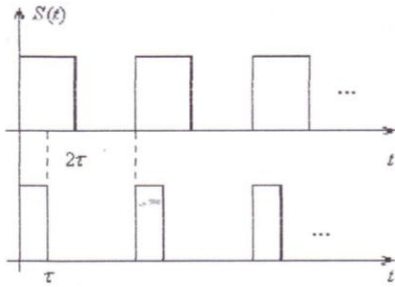
23. Принцип формирования сигнала, согласованного с заданным фильтром. Согласованная фильтрация при небелом шуме на входе.

6.6. Задачи к экзаменационным вопросам.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №1

Найти спектры последовательностей прямой и обратной последовательности:

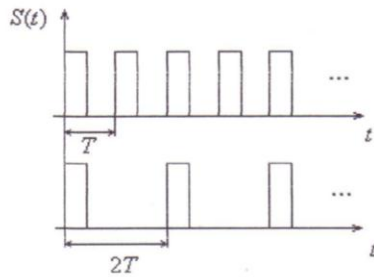


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №2

Найти спектры последовательностей прямоугольных импульсов:

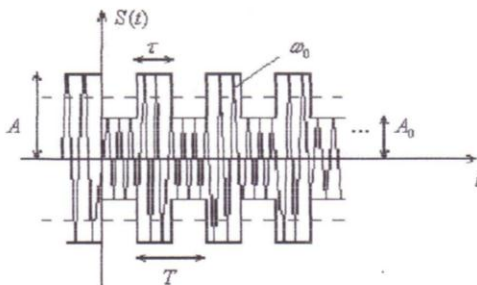


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №3

По данному сигналу найти его спектр:

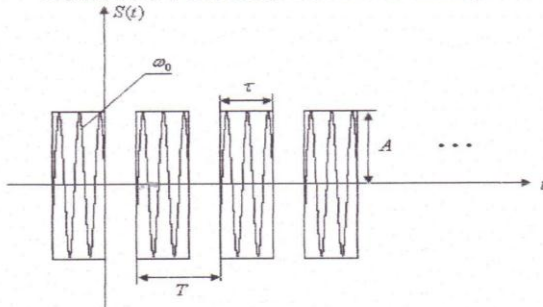


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.

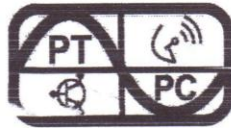


РТЦиС  
ЗАДАЧА №4

По данному сигналу найти его спектр:

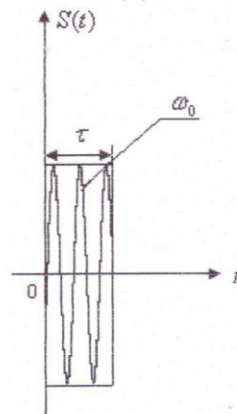


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №5

По данному сигналу  
найти его спектр:

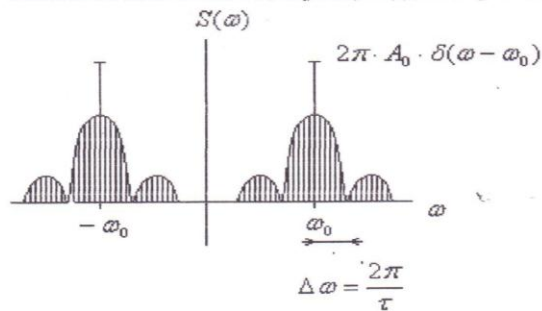


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №6

Найти сигнал соответствующий данному спектру:

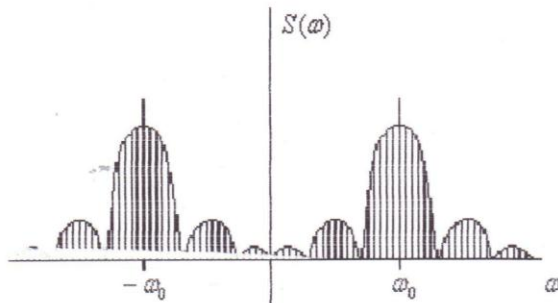


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №7

Найти сигнал соответствующий данному спектру:

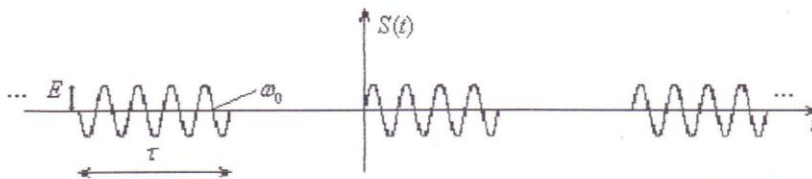


Зав. Каф. РЭС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №8

Найти спектр сигнала:

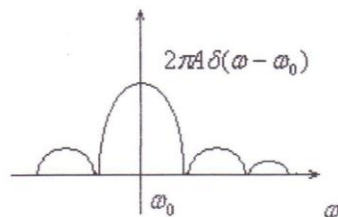


Зав. Каф. РЭС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №9

Найти сигнал соответствующий данному спектру:

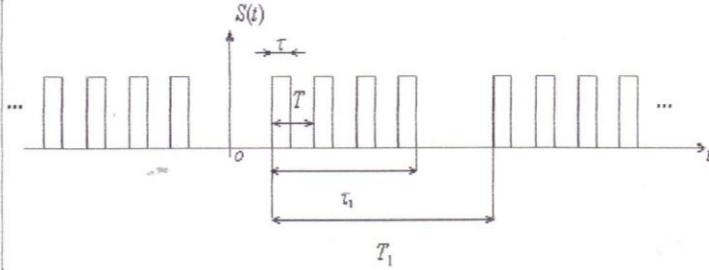


Зав. Каф. РЭС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №10

Найти спектр сигнала:

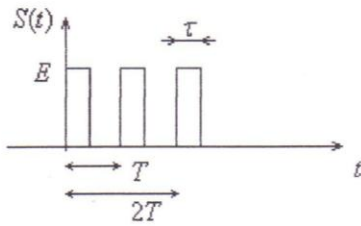


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №11

Найти спектр сигнала:

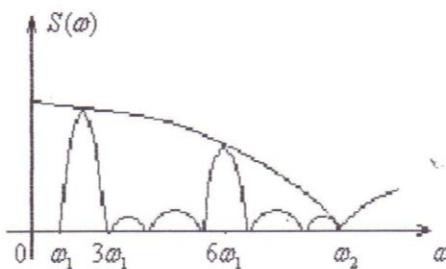


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №12

По данному спектру найти сигнал:

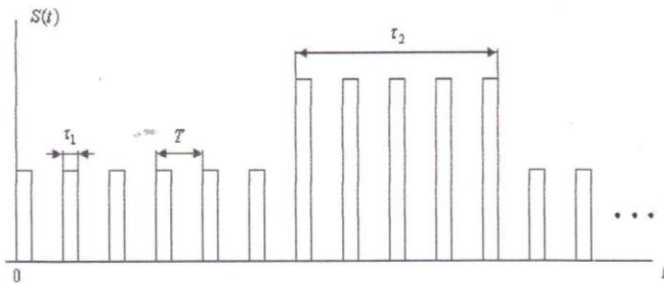


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №13

Построить амплитудный спектр сигнала и определить его параметры:

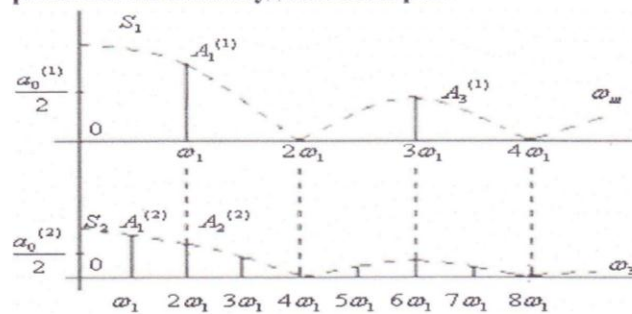


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №14

Изобразить временные диаграммы периодических сигналов  $S_1$  и  $S_2$ , отражающие различия их амплитудных спектров:

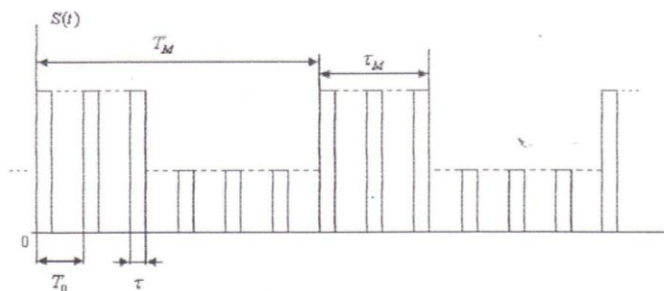


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №15

Изобразить качественный вид спектра, отразив, какие его параметры определяют величины  $T_M$ ,  $\tau_M$ ,  $T_0$ ,  $\tau$ .

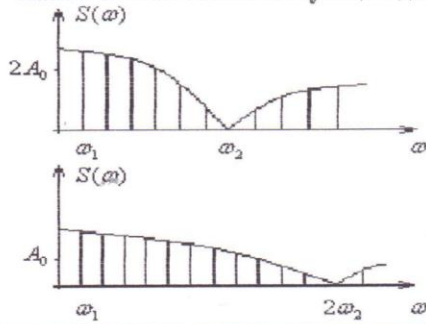


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №16

Найти сигнал соответствующий данному спектру:

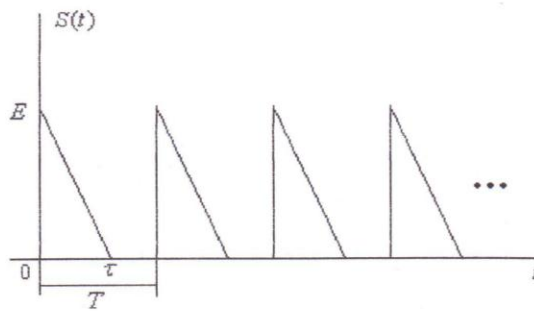


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №17

По данному сигналу найти его спектр:

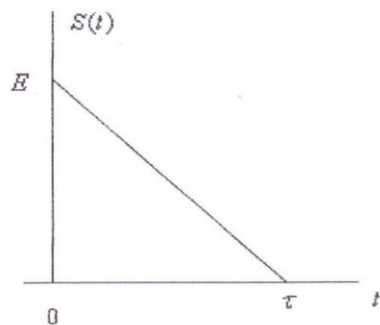


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №18

По данному сигналу найти его спектр:



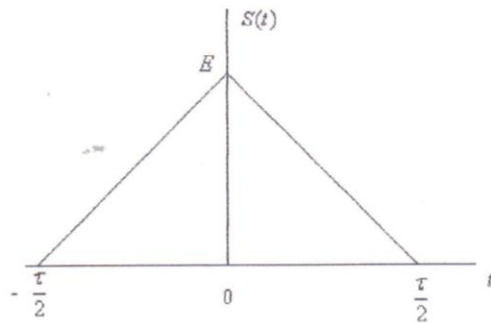
Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.





РТЦиС  
ЗАДАЧА №19

По данному сигналу найти его спектр:

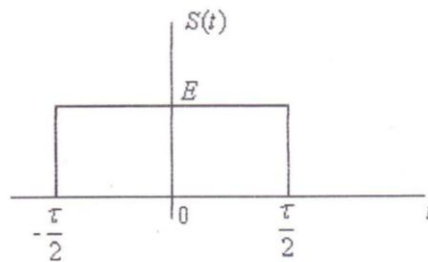


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №20

По данному сигналу найти его спектр:

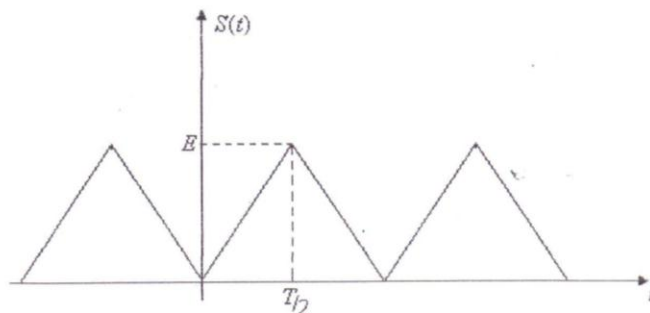


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №21

По данному сигналу найти его спектр:

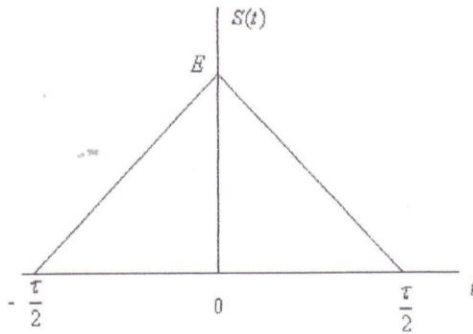


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №19

По данному сигналу найти его спектр:

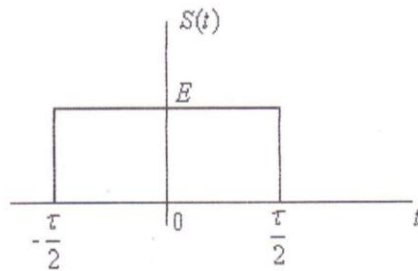


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №20

По данному сигналу найти его спектр:

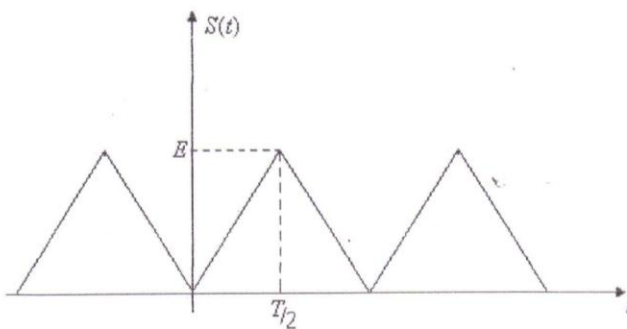


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №21

По данному сигналу найти его спектр:

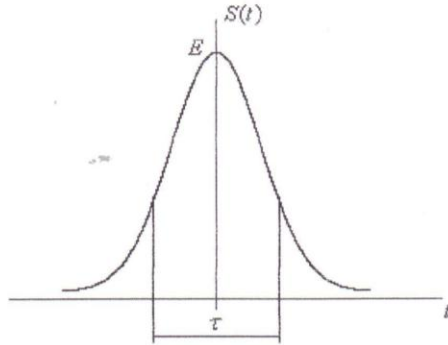


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №22

По данному сигналу найти его спектр:

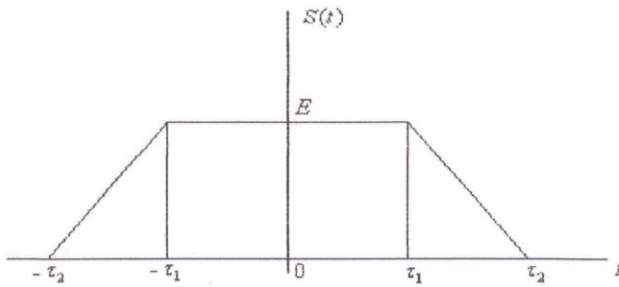


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №23

По данному сигналу найти его спектр:

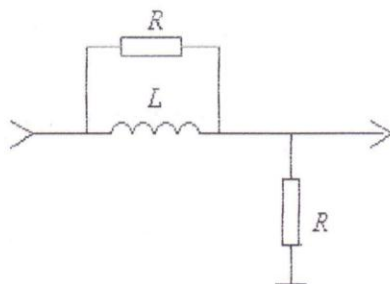


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №24

Найти коэффициент передачи цепи, построить АЧХ и ФЧХ:

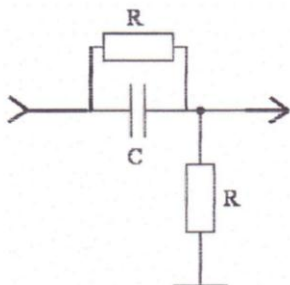


Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.



РТЦиС  
ЗАДАЧА №25

Найти коэффициент передачи цепи, построить АЧХ и ФЧХ:



Зав. Каф. РТРС  
НИКИТИН О. Р.

## **7. Учебно-методическая и информационное обеспечение дисциплины**

### *7.1. Основная литература (библиотека ВлГУ)*

1. Гоноровский И.С., Демин М.П. Радиотехнические цепи и сигналы 1989 г.  
[\[www.radiobiblioteka.ru\]](http://www.radiobiblioteka.ru)
2. Никитин О.Р. Электронный конспект лекций по дисциплине РТЦиС, Владимир ВлГУ:2010 г.
3. Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. Санкт-Петербург:2014 г.

### *7.2. Дополнительная литература*

4. Никитин О.Р., Архипов Е.А. Практические работы и контрольные задания по дисциплине РТЦиС (электронный вариант) ВлГУ: 2005 г.
5. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство по решению задачи, М: «Высшая школа»: 1987 г.
6. Федосеева Е.В., Храмов К.К. Радиотехнические цепи и сигналы: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов образовательной программы 11.03.01 Радиотехника (электронный ресурс)  
[\[www.mivlgu.ru/mod/folder/view.php\]](http://www.mivlgu.ru/mod/folder/view.php)
7. Парфенов В.И. Радиотехнические сигналы и их линейная обработка: учебно-методическое пособие для вузов, Воронеж: 2008 г.  
[\[window.edu.ru/resource/409/65409\]](http://window.edu.ru/resource/409/65409)
8. Павлов А.Н. Методы анализа сложных сигналов: учебное пособие для студ. физ. фак., Саратов: 2008 г.  
[\[window.edu.ru/resource/030/61030\]](http://window.edu.ru/resource/030/61030)
9. Бондаренко А.В. Аналого-дискретные и цифровые цепи и системы: учебное пособие, Радиотехника  
[\[window.edu.ru/resource/699/76699\]](http://window.edu.ru/resource/699/76699)

### *7.3. Отечественные журналы*

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов
- Успехи современной радиоэлектроники

### *7.4. Реферативные журналы*

- Радиотехника
- Электроника

### *7.5. Зарубежные журналы*

- *IEEE Transactions on Communications;*
- *IEEE Transactions on Signal Processing;*
- *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.*

## **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Материально-Техническое обеспечение включает:

- Кафедральные мультимедийные средства (АУД. 301-3, 335-3);
- Наборы слайдов по всем лекциям (от 25 до 40 слайдов по каждой лекции);

Примечания:

Общее число подготовленных слайдов более 300, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению:  
«11.03.01 Радиотехника»

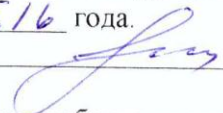
Рабочую программу составил:

зав. каф. РТиРС, д.т.н., проф.:  О.Р.Никитин

Сторонний рецензент(ы)  зам. ген. директор «ВКБР», к.т.н. А.Е. Богданов

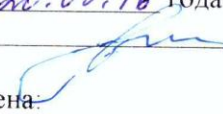
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

протокол № 10 от 18.05.16 года.

Заведующий кафедрой  О.Р.Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления \_\_\_\_\_

протокол № 6 от 20.05.16 года.

Председатель комиссии  О.Р. Никитин

Программа переутверждена:

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_