

2016

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



Проректор по ОД  
 А.А. Панфилов  
 « 02 » 09 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

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

**Направление подготовки:** 11.03.01 «Радиотехника»

**Профиль/программа подготовки:**

**Уровень высшего образования:** Бакалавриат

**Форма обучения:** заочная

Семестр	Трудоемкость (зач.ед./час.)	Лекций (час.)	Практ. занятий (час.)	Лаборат. работ (час.)	СРС	Форма контроля (экз./зачет)
4	2/72	4	4	4	60	Зачет
5	3/108	6	6		69	Экзамен (27)
Итого	5/180	10	10	4	129	Зачет, экзамен (27)

*Handwritten signature*

## **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 излучаемых 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 профессиональной деятельности специалиста ведётся в:

- научно-исследовательской сфере;
- 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 относится к базовой части*

*Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Курс «Радиотехнические цепи и сигналы» основывается на знаниях «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 «Радиотехнические цепи и сигналы»**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования: ОК-7 (способность к самоорганизации и самообразованию), ОПК-2 (способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат).

### **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 «Радиотехнические цепи и сигналы»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часа)

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	4.1 Введение 4.2 Основные характеристики сигналов. Классификация сигналов. 4.3 Спектральный анализ периодических сигналов.	4	1	1	1	1		4	2/100	
2	4.4 Спектральный анализ непериодических сигналов. 4.5. Распределение мощности в спектре периодического сигнала и энергии в спектре непериодического сигнала	4	2	1				4	1/100	
3	4.6 Единичный импульс и единичный скачек	4	3			1		3		
4	4.7 Корреляционный анализ детерминированных колебаний.	4	4			1		4	2/100	
5	4.8 Дискретизация сигналов. Теорема и ряд Котельникова.	4	5			1		3	1/100	
6	4.9 Линейные радиочепи с постоянными параметрами. 4.10 Линейные цепи с обратной связью.	4	6					3	2/100	
7	4.11 Радиосигналы, АМ-колебания и их спектры.	4	7	1	4			3	2/100	Контрольная работа

8	4.12 Угловая модуляция. Спектр колебания с УМ.	4	8	1		1		2	2/100	
9	4.13 Спектр колебания при смешанной амплитудно-угловой модуляции.	4	9					3		
10	4.14 Огибающая, частота и фаза узкополосного колебания 4.15 Аналитический сигнал. 4.16 Дискретизация узкополосного колебания по Котельникову	4	10	1				4	1/100	
11	4.17 Прохождение детерминированных колебаний через линейные цепи с постоянными параметрами.	4	11			1		3	1/100	
12	4.18 Воздействие радиосигналов на избирательные цепи 4.19 Искажение модулированных колебаний в избирательных цепях.	4	12					3	2/33	
13	4.20 Нелинейные цепи и методы нелинейной теории. Нелинейные элементы, их характеристики и свойства.	4	13			1		4	2/100	Контрольная работа
14	4.21 Получение и детектирование АМ-колебаний	4	14		1	1		3	2/100	
15	4.22 Частотные и фазовое детектирование, преобразование частоты сигналов, синхронное детектирование.	4	15					4		
16	4.23 Структура автоколебательной системы.	4	16					3		
17	4.24 Параметрические цепи. 4.25 Импульсная характеристика параметрической цепи.	4	16			1		3	1/100	
18	4.26 Принцип параметрического усиления. 4.27 Применение параметрических цепей.	4	17	1		1		2		Контрольная работа
Всего часов в 4 семестре				4	4	4	-	60	12/100%	зачет

19	4.28 Характеристики случайных колебаний.	5	1			1	7	1/100	
20	4.29 Описание случайных сигналов в частотной и временной областях.	5	2	1				1/100	
21	4.30 Узкополосные случайные процессы.	5	3			1		1/100	
22	4.31 Марковские процессы.	5	4						
23	4.32 Преобразование характеристик случайного процесса.	5	5				7		
24	4.33 Распространение суммы гармонических колебаний со случайными фазами.	5	6						Рейтинг-контроль №1
25	4.34 Нормализация случайных процессов в узкополосных цепях.	5	7						
26	4.35 Воздействие суммы гармонического сигнала и шума на амплитудный детектор.	5	8	1		1	3	1/100	
27	4.36 Воздействие сигнала и шума на частотный детектор и амплитудный резонансный ограничитель.	5	9				7	1/100	
28	4.37 Преобразование закона распределения и энергетического спектра в безинерционном нелинейном элементе.	5	10	1		1	7	2/100	
29	4.38 Оптимальная фильтрация на фоне помех.	5	11				7	1/100	Рейтинг-контроль №2
30	4.39 Частотные и временные характеристики согласованного фильтра. Физическая осуществимость.	5	12	1		1	7	1/100	
31	4.40 Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра.	5	13	1		1	7	2/100	
32	4.41 Примеры построения согласованных фильтров.	5	14	1			3	1/100	
33	4.42 Формирование сигнала сопряженного с заданным фильтром.	5	15				7		
34	4.43 Фильтрация заданного сигнала при «не белом шуме».	5	16				7		Рейтинг-контроль №3
35	4.44 Коды Баркера.	5	17						
Всего часов в 5 семестре				6		6	69	12/100	27 Экзамен
Итого				10	4	10	12 9	24/100%	27 Экзамен

## **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 (50%).

### **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**

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.

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

**4 семестр**

6.1. Контрольная работа №1

*Тест №1*

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

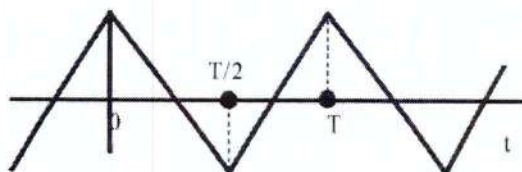
$$S(t) = S(t \pm kT), \text{ где } T = \text{const}; k = \overline{0, \infty}$$

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

*Тест №2*

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.

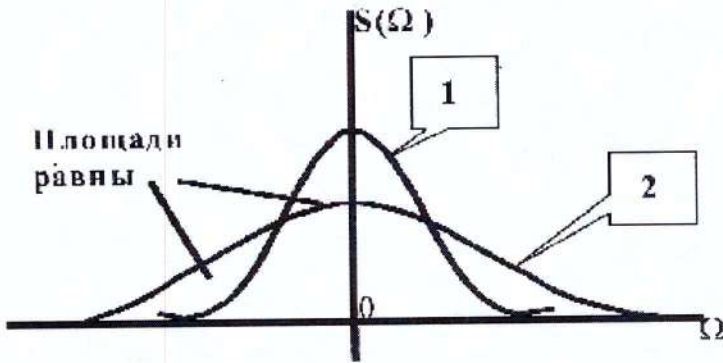
*Тест №3*

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.

**Тест №4**

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  $t = 0$ .

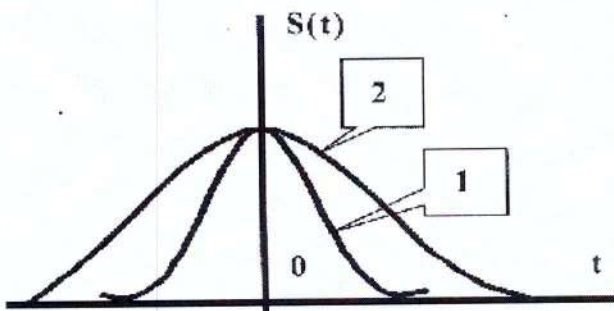
**Тест №5**

Какая операция над спектральными плотностями сигналов 1 и 2 соответствует 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  $j\Omega$ .

**Тест №6**

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



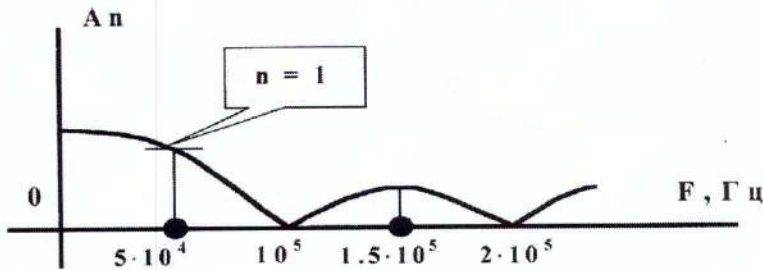
$\Delta\omega_1$  и  $\Delta\omega_2$ , длительности  $\tau_1$  и  $\tau_2$

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  $t = 0$ .



### Тест №7

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

### Контрольная работа №2

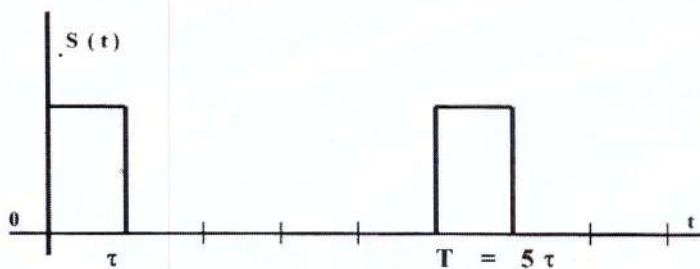
#### Тест №1

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.

#### Тест №2

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.

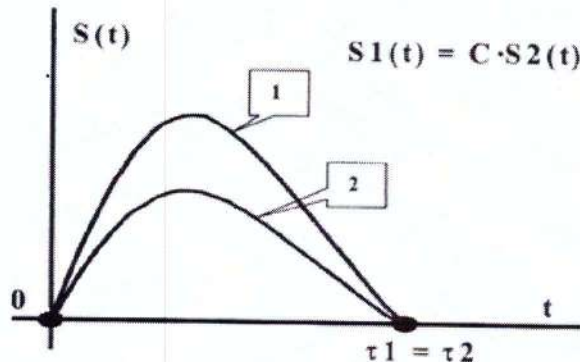
#### Тест №3

Чему равна размерность амплитудного спектра непериодического напряжения:

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

### Тест №4

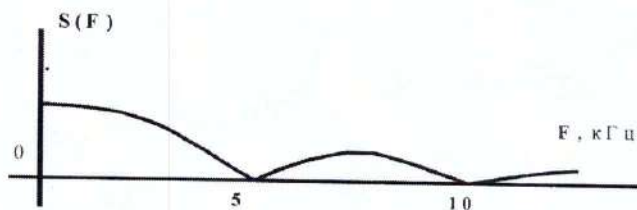
Какие соотношения справедливы между спектральными и временными характеристиками для сигналов  $S_1(t) = S_1(j\Omega)$  и  $S_2(t) = S_2(j\Omega)$  имеющими ширины спектров  $\Delta\omega_1$  и  $\Delta\omega_2$ , длительности  $\tau_1$  и  $\tau_2$



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  $t = 0$ .

### Тест №5

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

### Тест №6

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  $j\Omega$ .

### Контрольная работа №3

#### Тест №1

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.

*Тест №2*

2. Период повторения сигнала равен 1 мкс. Чему равна частота второй гармоники спектра сигнала
- а) 2 МГц;
  - б) 1 МГц;
  - в) 0.5 МГц.

*Тест №3*

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.

*Тест №4*

4. Чему равен интервал корреляции импульса длительностью 1 мкс?
- а) 1 мкс;
  - б) 2 мкс;
  - в) 0.5 мкс.

*Тест №5*

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)  $s(t) = A_0(\cos \omega_0 t + m \cdot \cos \Omega t)$ .

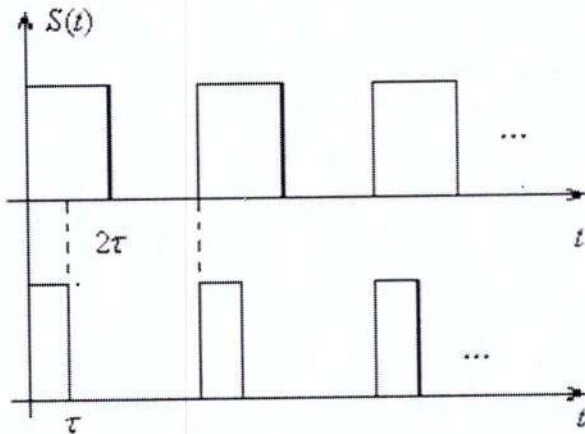
*Тест №6*

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)  $\omega_0 + \Omega_m$ .

## 6.2 Контрольные задания по СРС

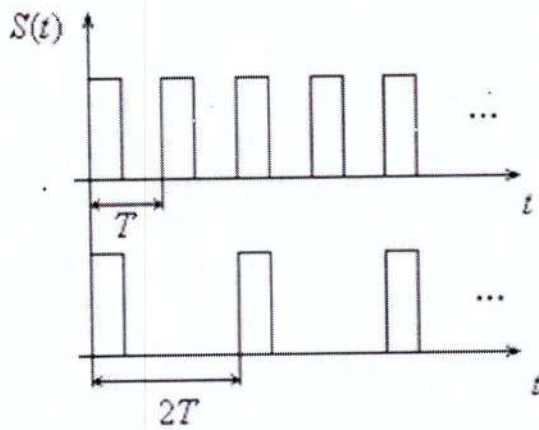
Задание 1.

**Найти спектры последовательностей прямоугольных импульсов:**



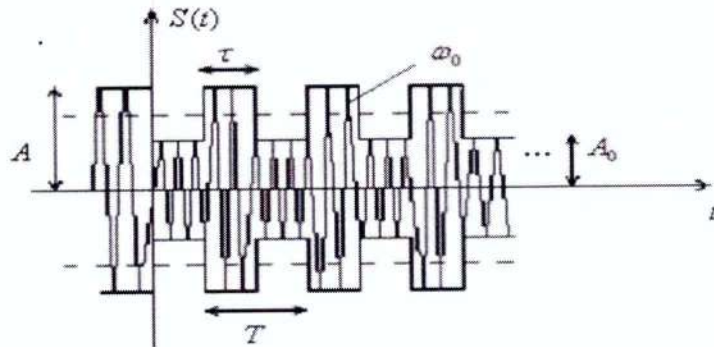
Задание 2.

**Найти спектры последовательностей прямоугольных импульсов:**



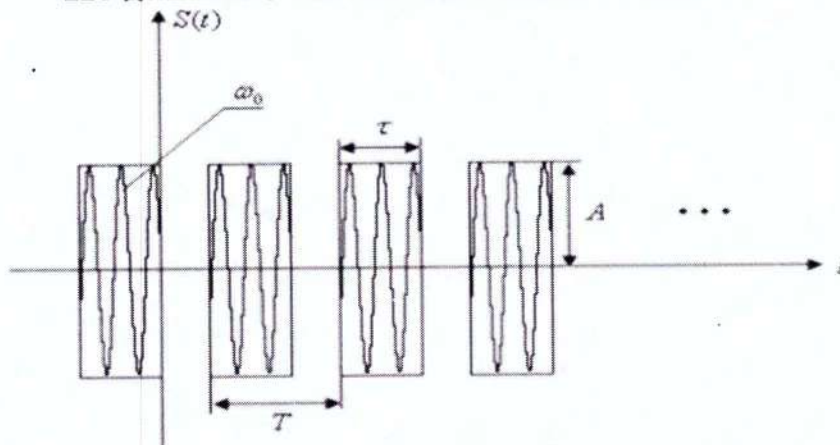
Задание 3.

По данному сигналу найти его спектр:



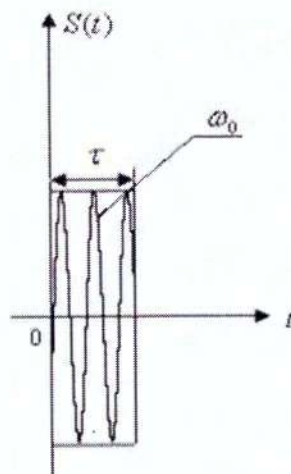
Задание 4.

По данному сигналу найти его спектр:



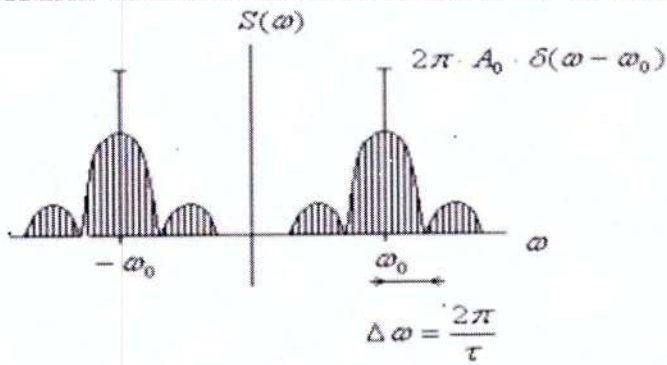
Задание а 5.

По данному сигналу  
найти его спектр:



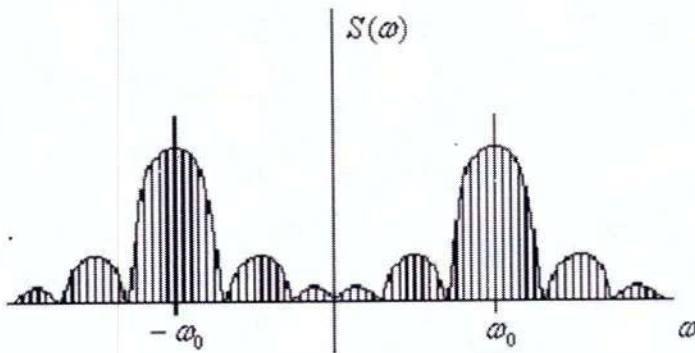
Задание 6.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



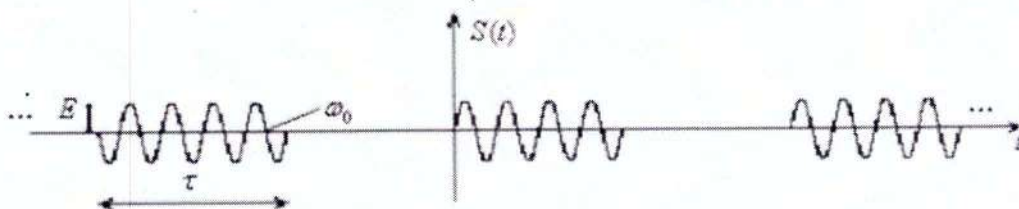
Задание 7.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



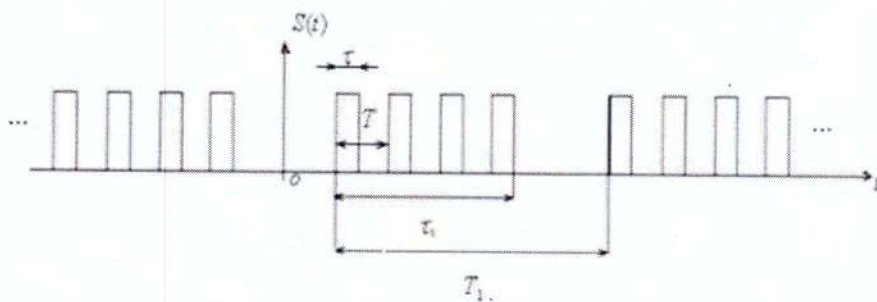
Задание 8.

Найти спектр сигнала:



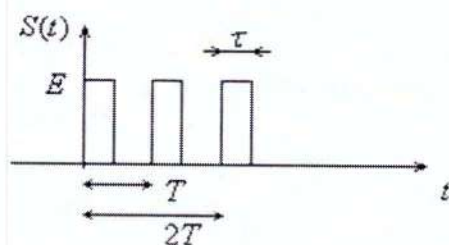
Задание 9

Найти спектр сигнала:



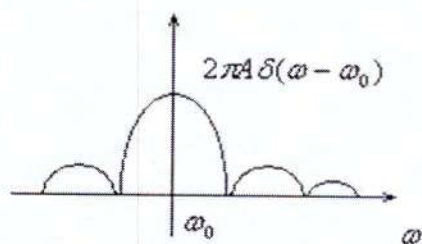
Задание 10.

Найти спектр сигнала:



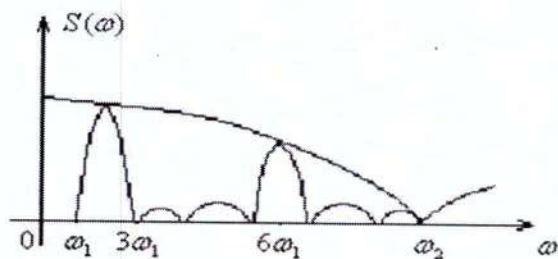
Задание 11.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



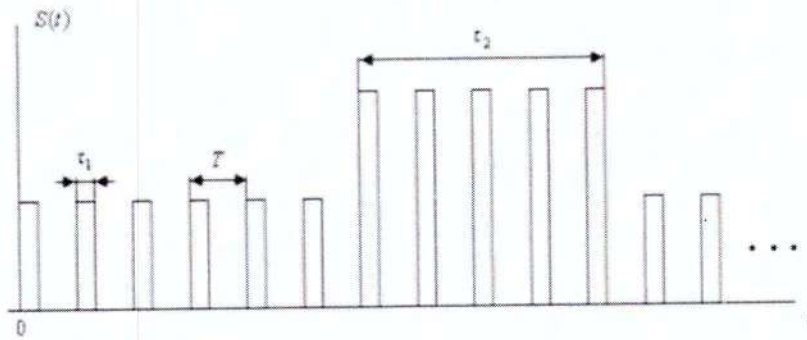
Задание 12.

По данному спектру найти сигнал:



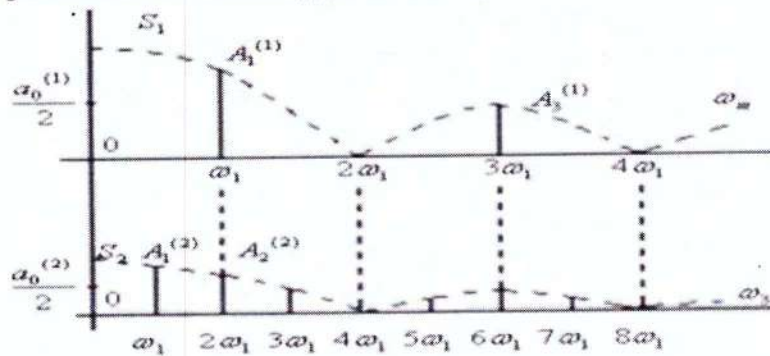
Задание 13.

Построить амплитудный спектр сигнала и определить его параметры:



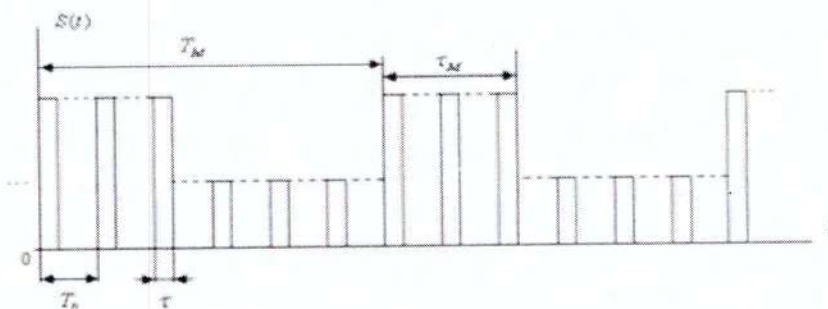
Задание 14.

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



Задание 15.

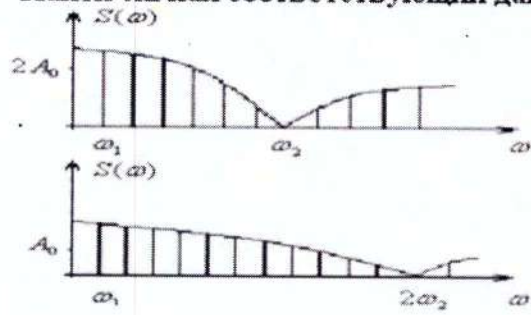
Изобразить качественный вид спектра, отразив, какие его параметры определяют величины  $T_M$ ,  $\tau_M$ ,  $T_0$ ,  $\tau$ .





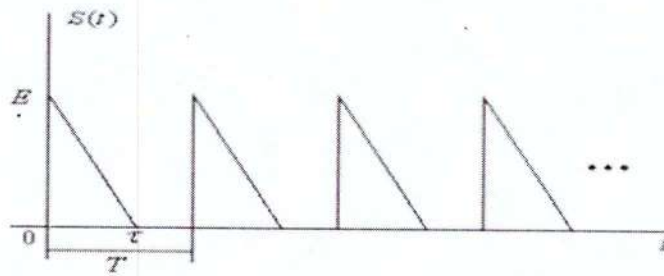
Задание 16.

Найти сигнал соответствующий данному спектру:



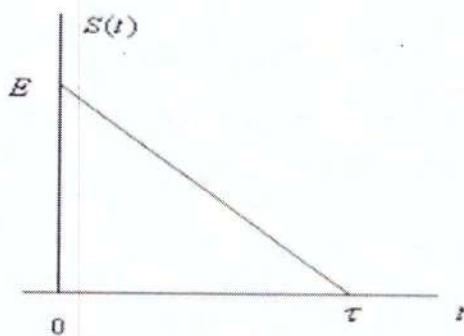
Задание 17.

По данному сигналу найти его спектр:



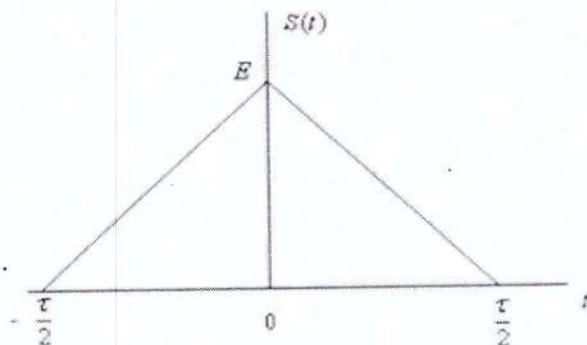
Задание 18.

По данному сигналу найти его спектр:



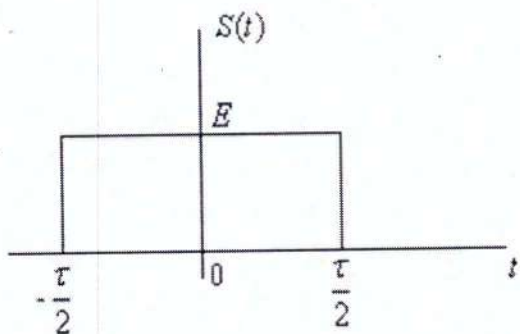
Задание 19.

По данному сигналу найти его спектр:



Задание 20.

По данному сигналу найти его спектр:



**5 семестр**

6.4. Текущий контроль.

Контрольные задания №1

*Тест №1*

1. 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.

**Тест №2**

2. 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.

**Тест №3**

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

**Тест №4**

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

**Тест №5**

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

**Тест №6**

6. Как изменяется АКФ случайного сигнала при прохождении через интегрирующую цепь?
- а) не изменится;
  - б) уменьшаются осцилляции АКФ;
  - в) увеличиваются осцилляции АКФ.

**Тест №1**

1. 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)  $i_{\text{вых}}(U_{\text{вх}}) = \begin{cases} 0, & \text{если } U_{\text{вх}} > U_n \\ S(U_{\text{вх}} - U_n), & \text{если } U_{\text{вх}} < U_n \end{cases}$ .

**Тест №2**

2. 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.

**Тест №3**

3. Условие баланса амплитуд в автогенераторе.

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

**Тест №4**

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

- а) А;
- б) В;
- в) С.

**Тест №5**

5. 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)  $N = \Delta^T$ .

**Тест №6**

6. Укажите верное выражение для передаточной функции трансверсального фильтра

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

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

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

### Контрольные задания №3

#### Тест №1

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

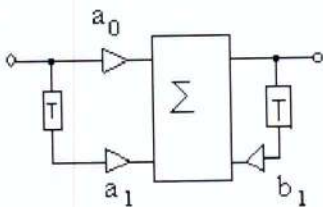
$$\square \text{ а) } s_{\text{вых}}(t) = \int_0^t s_{\text{ex}}(\omega) K(j\omega) dt;$$

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

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

#### Тест №2

2. 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.

#### Тест №3

3. 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)  $180^\circ$ .

#### Тест №4

4. 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.

**Тест №5**

5. Условие баланса амплитуд в автогенераторе.

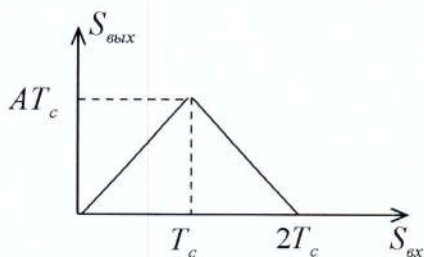
- а)  $K_y(\omega_z) \cdot K_{oc}(\omega_z) = 1$ ;
- б)  $K_y(\omega_z) \cdot K_{oc}(\omega_z) \ll 1$ ;
- в)  $K_y(\omega_z) \cdot K_{oc}(\omega_z) > 1$ .

**Тест №6**

6. Основная проблема синтеза цифрового фильтра по аналоговому прототипу.

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

Входной сигнал – прямоугольный импульс. Укажите верную форму сигнала на выходе фильтра

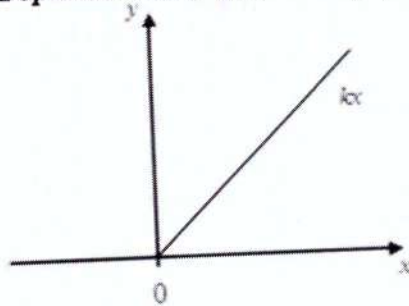


**6.5 Контрольные задания по СРС**

Задание 1.

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

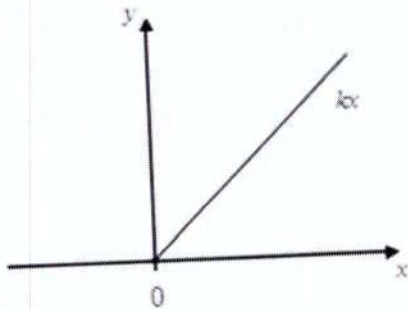
$k = 1:$



Задание 2.

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

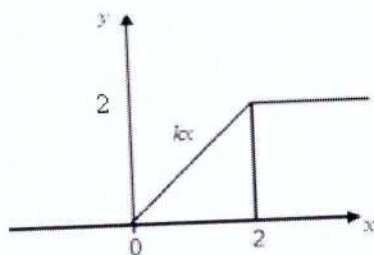
$k = 1:$



Задание 3.

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

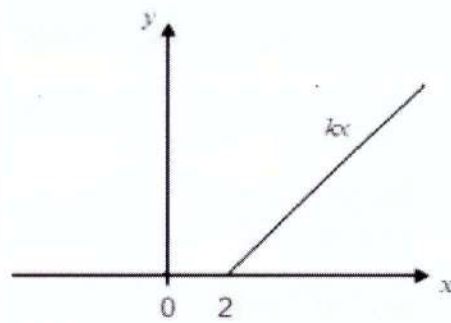
$k = 1:$



Задание 4.

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

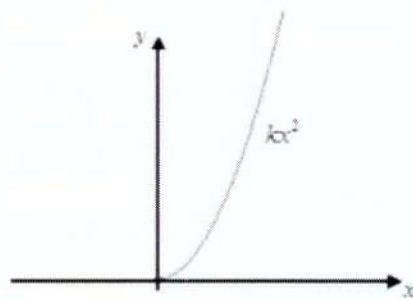
$k = 1:$



Задание 5.

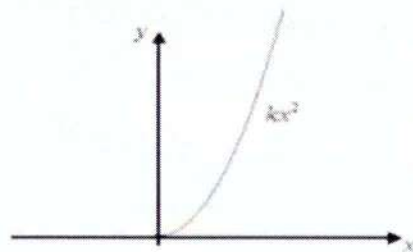
Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x) = \exp(-\alpha x)$ ,  $\alpha$  - константа,

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



Задание 6.

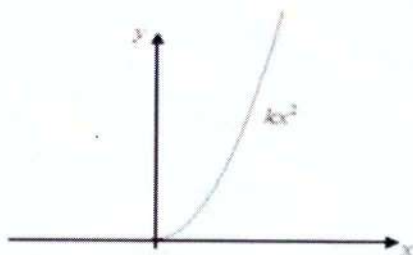
Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$ -распределение Рэлея,  $m_x = 0, \sigma_x^2 = 1, k = 1:$





Задание 7.

Найти плотность вероятности  $p(y)$ , если  $p(x)$  - равномерное распределение, на отрезке  $[-\pi, 0]$ ,  $k = \sqrt{3}$  :



Задание 8.

Найти спектральную плотность мощности, если корреляционная функция процесса:  $K = \sigma^2 \exp(-\alpha|\tau|)$

Задание 9.

Найти спектральную плотность мощности, если корреляционная функция процесса:  $K = \sigma^2 \cos(\beta\tau)$

Задание 10.

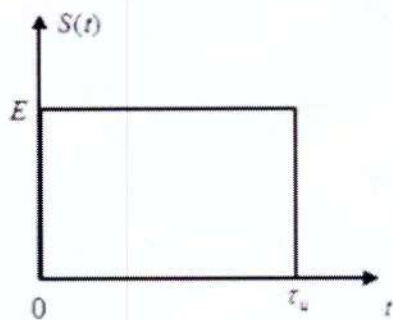
Найти корреляционную функцию процесса, если спектральная плотность мощности описывается функцией:  $W(\omega) = W_0 \exp(-\beta\omega^2)$

Задание 11.

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

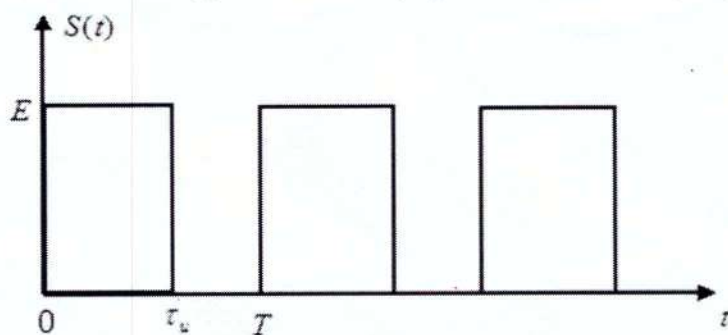
Задание 12.

Найти АКФ для сигнала представленного на рисунке:



Задание 13.

Найти АКФ для сигнала представленного на рисунке:



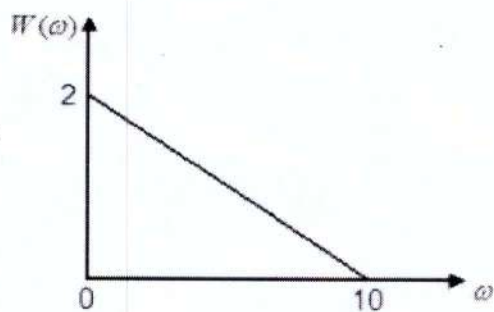
Задание 14.

Найти АКФ, если энергетический спектр описывается функцией:

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

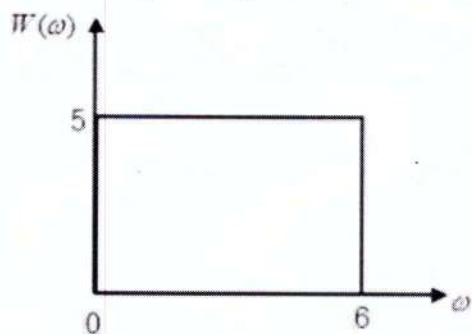
Задание 15.

Найти дисперсию процесса, если его спектральная плотность мощности:



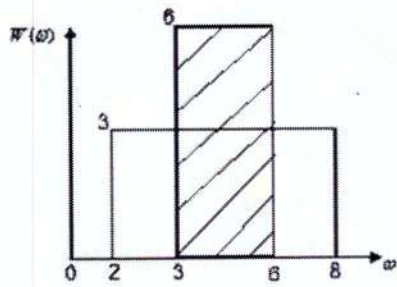
Задание 16.

Найти дисперсию процесса, если его спектральная плотность мощности:



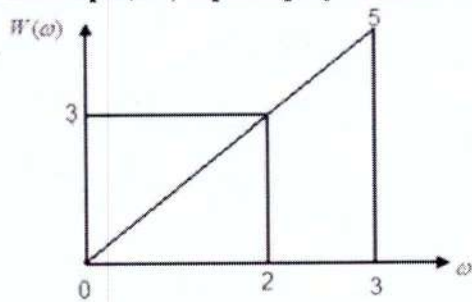
Задание 17.

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:

$$u = (1, -1, 1)$$

## 6.6 Экзаменационные вопросы.

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 безынерционном 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.

## 7. Учебно-методическая и информационное обеспечение дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы»

### 7.1. Основная литература (библиотека ВлГУ)

1. Баксей В.Я., Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум: Изд-во НГТУ, г. Новосиб., ISBN 978-5-7782-2395-0, 2014.  
[<http://znanium.com/bookread2.php.book546203>]
2. Копылов, А. Ф. Основы теории электрических цепей. Основные понятия и определения. Методы расчета электрических цепей постоянного и переменного тока. Частотные характеристики R – L и R – C цепей учеб. пособие Изд-во г. Красноярск: Сиб. федер. ун-т - 666 с. - ISBN 978-5-7638-2507-7, 2013.  
[<http://znanium.com/bookread2.php?book=492485>]
3. Никулин В. И. Теория электрических цепей: Учебное пособие Изд-во ИЦ РИОР: НИЦ Инфра г. Москва, - 240 с.: 60x90 1/16. ISBN 978-5-369-01179-9, 2013.  
[<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363299>]

### 7.2. Дополнительная литература

1. Шайдуров Г. Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем. Учебное пособие. Изд-во Сибир. Фед. ун-тет, г. Красноярск - 283 с. ISBN 978-5-7638-2047-8, 2010.  
[<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441951>]
2. Яковлев А. Н., Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях / Яковлев А.Н. Изд-во НГТУ г. Новосиб. ISBN 978-5-7782-1374-6, 2010.  
[<http://znanium.com/bookread2.php.book558860>]
3. Баскей В. Я., Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях / Баскей В.Я., Яковлев А.Н. - Новосиб.: НГТУ, - 56 с.: ISBN 978-5-7782-1408-8, 2010.  
[<http://znanium.com/bookread2.php?book=556584>]
4. Арсеньев Г. Н., Основы теории цепей: Учебное пособие Изд-во ИД ФОРУМ: ИНФРА г. Москва - 448 с.: ил.; 70x100 1/16. ISBN 978-5-8199-0466-4, 2011.  
[<http://znanium.com/bookread2.php?book=224548>]
5. Бирюков В. Н., Диагностика элементов радиотехнических цепей: Учебное пособие / Бирюков В.Н., Пилипенко А.М. - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ- 52 с. , 2011.  
[<http://znanium.com/bookread2.php?book=551445>]

### 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 ДИСЦИПЛИНЫ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ»

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);
- Лабораторные стенды по РТЦиС (ауд. 302-3)


Примечания:

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

Рабочая программа дисциплины 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)  ген. директор «ВКБР», к.т.н. А.Е. Богданов

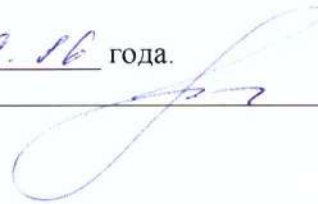
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

протокол № 1 от 1.09.16 года.

Заведующий кафедрой  О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 31.03.15 года.

протокол № 1 от 2.09.16 года.

Председатель комиссии  О.Р.Никитин



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ  
«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ»**

Рабочая программа одобрена на 18/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от 20.08.18 года.  
Заведующий кафедрой В.В. Никитина

Рабочая программа одобрена на 18/19 учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от 4.09.18 года.  
Заведующий кафедрой В.В. Никитина

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_