

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Энергетики и управления

(наименование факультета)

А.С. Гудим

(подпись, ФИО)

«28» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория сигналов и систем»

Направление подготовки	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность (профиль) образовательной программы	Промышленная электроника
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	8

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой, Экзамен	Кафедра «Промышленная электроника»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доцент, Кандидат технических наук



Марущенко С.Г

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Промышленная электроника»



Любушкина Н.Н.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Теория сигналов и систем» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации 927 от 19 сентября 2017 г., и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Промышленная электроника» по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и наноэлектроника».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 29.007 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ».

Обобщенная трудовая функция: А Разработка принципиальной электрической схемы микроэлектромеханической системы.

НЗ-8 Радиотехнические цепи и сигналы.

Задачи дисциплины	Выработать у студентов системный подход к анализу работы радиотехнических устройств, научить находить отклик устройства на заданное входное воздействие, получать аналитическое и графическое представление амплитудно-частотных, фазочастотных, импульсных и переходных функций радиотехнических систем.
Основные разделы / темы дисциплины	Элементы общей теории сигналов. Спектральные представления сигналов. Энергетические спектры сигналов, принципы корреляционного анализа. Воздействие детерминированных сигналов на линейные стационарные системы. Модулированные сигналы. Сигналы с ограниченным спектром. Нелинейные цепи. Преобразование сигналов в нелинейных цепях.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Теория сигналов и систем» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения	ОПК-1.1. Знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;	Знать современные методы математического описания сигналов и их характеристик;
	ОПК-1.2. Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	Уметь проводить анализ частотных и временных свойств детерминированных сигналов;

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
задач инженерной деятельности.	ра;	
	ОПК-1.3. Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.	Владеть навыками анализа процессов в радиотехнических устройствах.

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория сигналов и систем» изучается на 3 курсе, 5, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Химия», «Математика», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Физические основы электроники», «Теоретические основы электротехники».

Дисциплина «Теория сигналов и систем» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения практических занятий.

Дисциплина «Теория сигналов и систем» в рамках воспитательной работы направлена на воспитание чувства ответственности, умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

Входной контроль не проводится.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 з.е., 288 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	288
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	128
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	96
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
в том числе в форме практической подготовки:	16 часов практ.

Объем дисциплины	Всего академических часов
	подг.
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	125
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен, Зачет с оценкой	35

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Элементы общей теории сигналов</b>	<b>8</b>	<b>4</b>		<b>8</b>
<b>Тема 1.1</b> Классификация радиотехнических сигналов.	2			
Математические модели сигналов.		1		
Одномерные и многомерные сигналы; детерминированные и случайные, импульсные, аналоговые, дискретные и цифровые.				2
<b>Тема 1.2</b> Динамическое представление сигналов.	2			
Способы динамического представления сигналов.		1		
Функция включения; Представление сигнала посредством функции включения; дельта-функция; обобщенные функции.				2
<b>Тема 1.3</b> Геометрические методы в теории сигналов.	2			
Геометрические методы в теории сигналов.		1		
Линейное пространство сигналов; координатный базис; нормированное линейное пространство сигналов; энергия сигнала; метрическое пространство сигналов.				2
<b>Тема 1.4</b> Теория ортогональных сигналов.	2			
Определение угла между элементами линейного пространства сигналов.		1		
Скалярное произведение сигналов; ортого-				2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
нальные сигналы и обобщенные ряды Фурье; примеры ортонормированных базисов разложение сигнала по ортогональному базису.				
<b>Раздел 2 Спектральные представления сигналов.</b>	<b>10</b>	<b>4</b>		<b>24</b>
<b>Тема 2.1</b> Периодические сигналы и ряды Фурье.	2			
Разложение периодического сигнала в ряд Фурье*.		1*		
Ряд Фурье; спектральная диаграмма периодического сигнала; комплексная форма ряда Фурье; изображение сигналов на комплексной плоскости.				2
Решение типового задания №1 РГР. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье.				4
<b>Тема 2.2</b> Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье.	2			
Спектральные представления непериодических сигналов.*		1*		
Понятие спектральной плотности сигнала, ее физический смысл; условие существования спектральной плотности; спектральная плотность непериодического сигнала.				2
Построение спектральных диаграмм периодического сигнала (РГР)				4
<b>Тема 2.3</b> Основные свойства преобразования Фурье.	3			
Определение спектральных плотностей импульсов с использованием преобразования Фурье*.		1*		
Линейность; вещественная и мнимая части; Преобразование произведения сигналов.				2
Решение типового задания №2 РГР. Преобразование Фурье, определение спектральной плотности одиночного импульса.				4
<b>Тема 2.4</b> Спектральные плотности неинтегрируемых сигналов. Преобразование Лапласа.	3			
Обобщенная формула Рэлея.		1		
Формула Рэлея; спектральные плотности некоторых сигналов. Понятие комплексной частоты; основные соотношения.				2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Построение амплитудных и фазовых спектров одиночного импульса (РГР).				4
<b>Раздел 3 Энергетические спектры сигналов, принципы корреляционного анализа.</b>	<b>12</b>	<b>4</b>		<b>16</b>
<b>Тема 3.1</b> Взаимная спектральная плотность сигналов.	3			
Энергетические спектры*.		1*		
Энергетический спектр сигнала; распределение энергии в спектре прямоугольного видеопульса.				2
<b>Тема 3.2</b> Корреляционный анализ сигналов.	3			
Автокорреляционная функция.		1		
Автокорреляционная функция (АКФ) сигнала; связь между энергией сигнала и его АКФ.				2
Решение типового задания №3 РГР. Нахождение автокорреляционной функции произвольного сигнала.				4
<b>Тема 3.3</b> Автокорреляционная функция дискретного сигнала.	3			
Дискретная АКФ; сигналы Баркера*.		1*		
Описание сложных сигналов с дискретной структурой.				2
<b>Тема 3.4</b> Взаимокорреляционная функция двух сигналов.	3			
Функция взаимной корреляции.		1		
Принцип определения взаимокорреляционной функции (ВКФ); свойства ВКФ; связь ВКФ с взаимной спектральной плотностью сигнала.				2
Решение типового задания №4 РГР. Нахождение взаимокорреляционной функции двух сигналов.				4
<b>Раздел 4 Воздействие детерминированных сигналов на линейные стационарные системы.</b>	<b>18</b>	<b>4</b>		<b>32</b>
<b>Тема 4.1</b> Физические системы и их математические модели.	3			
Математические модели линейных стационарных систем*.		1*		
Системные операторы; стационарные и нестационарные системы; линейные и нелинейные; сосредоточенные и распределенные.				2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема 4.2</b> Основные характеристики линейных стационарных систем.	3			
Импульсная характеристика. Интеграл Дюамеля*.		1*		
Импульсная характеристика; переходная характеристика; частотный коэффициент передачи; АЧХ и ФЧХ.				2
Решение типового задания №5 РГР. Определение частотного коэффициента передачи простейшей электрической цепи. Нахождение импульсной характеристики.				8
<b>Тема 4.3</b> Линейные динамические системы.	4			
Дифференциальные уравнения линейных цепей, собственные колебания.		1		
Дифференциальные уравнения; собственные колебания динамической системы; частотный коэффициент передачи; устойчивость динамической системы; описание динамической системы в пространстве состояний.				4
<b>Тема 4.4</b> Спектральный метод анализа линейных стационарных систем.	4			
Частотный коэффициент передачи цепи*.		0,5*		
Вычисление импульсных характеристик; вычисление сигнала на выходе; коэффициент передачи; автокорреляционная характеристика системы.				4
Построение графиков АЧХ и ФЧХ линейной стационарной системы, проверка правильности полученных характеристик в среде моделирования TINA-TI. Оформление пояснительной записки (РГР).				8
<b>Тема 4.5</b> Операторный метод анализа линейных стационарных систем.	4			
Передаточная функция линейной стационарной системы.*		0,5*		
Решение дифференциальных уравнений операторным методом; свойства передаточной функции; формула обращения.				4
<b>Раздел 5 Модулированные сигналы.</b>	<b>12</b>	<b>4</b>		<b>6</b>
<b>Тема 5.1</b> Сигналы с амплитудной модуляцией.	2			
Амплитудно-модулированные колебания*.		1*		



Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Понятие несущего колебания. Принцип амплитудной модуляции. Однотональная амплитудная модуляция.				1
<b>Тема 5.2</b> Амплитудная модуляция при сложном модулирующем сигнале.	2			
Амплитудно-модулированные колебания*.		1*		
Амплитудная манипуляция. Балансная амплитудная модуляция. Однополосная АМ.				1
<b>Тема 5.3</b> Сигналы с угловой модуляцией.	2			
Частотно-модулированные и фазомодулированные колебания.		0,5		
Виды угловой модуляции. Однотональные сигналы с угловой модуляцией.				1
<b>Тема 5.4</b> Спектральное представление сигналов с угловой модуляцией.	3			
Частотно-модулированные и фазомодулированные колебания.		0,5		
Угловая модуляция при негармоническом модулирующем сигнале.				2
<b>Тема 5.5</b> Сигналы с внутриимпульсной частотной модуляцией.	3			
Спектральное представление ЛЧМ-сигнала с большой базой.		1		
Принцип линейной частотной модуляции (ЛЧМ). Спектр прямоугольного ЛЧМ-импульса. ЛЧМ-сигналы с большой базой. АКФ ЛЧМ-сигнала.				1
<b>Раздел 6 Сигналы с ограниченным спектром.</b>	<b>18</b>	<b>6</b>		<b>21</b>
<b>Тема 6.1</b> Математические модели сигналов с ограниченным спектром.	3			
Математическое описание сигналов с ограниченным спектром.		1		
Идеальный низкочастотный сигнал. Идеальный полосовой сигнал. Ортогональные сигналы с ограниченным спектром.				1
Решение типового задания №1 РГР. Расчет схемы амплитудного модулятора.				4
<b>Тема 6.2</b> Теорема Котельникова.	3			
Представление сигналов рядом Котельникова*.		1*		

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Построение ортонормированного базиса. Ряд Котельникова. Аппаратная реализация синтеза сигнала, представленного рядом Котельникова.				1
Решение типового задания №1 РГР, построение спектральных диаграмм сигнала на выходе модулятора.				4
<b>Тема 6.3 Узкополосные сигналы.</b>	3			
Математическое описание узкополосных сигналов*.		1*		
Математическая модель узкополосного сигнала. Комплексное представление узкополосных сигналов.				1
Решение типового задания №2 РГР. Расчет параметров сигнала, для разложения в ряд Котельникова.				4
<b>Тема 6.4 Физическая огибающая узкополосного сигнала.</b>	3			
Математическое описание узкополосных сигналов*.		1*		
Физическая огибающая, полная фаза и мгновенная частота. Свойства физической огибающей и мгновенной частоты. Связь между спектрами сигнала и его комплексной огибающей.				1
<b>Тема 6.5 Аналитический сигнал.</b>	3			
Математическое описание аналитического сигнала.		1		
Аналитический сигнал. Спектральная плотность аналитического сигнала.				1
Решение типового задания №2 РГР, восстановление сигнала по ряду Котельникова.				2
<b>Тема 6.6 Преобразование Гильберта.</b>	3			
Преобразование Гильберта для узкополосного сигнала. Вычисление огибающей, полной фазы и мгновенной частоты.		1		
Преобразование Гильберта. Свойства преобразования Гильберта.				2
<b>Раздел 7 Преобразование сигналов в нелинейных электрических цепях.</b>	<b>18</b>	<b>6</b>		<b>17</b>
<b>Тема 7.1 Безынерционные нелинейные преоб-</b>	3			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
разования.				
Способы описания характеристик нелинейных элементов*.		1*		
Вольтамперная характеристика, сопротивление нелинейного двухполюсника.				1
Решение типового задания №3 РГР. Расчет параметров амплитудного детектора.				5
<b>Тема 7.2</b> Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии.	3			
Преобразование сигнала в безынерционном нелинейном элементе*.		1*		
Основной принцип определения спектрального состава тока. Кусочно-линейная аппроксимация. Степенная аппроксимация. Показательная аппроксимация. Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой.				1
Решение типового задания №3 РГР, построение спектра сигнала на выходе нелинейного двухполюсника.				5
<b>Тема 7.3</b> Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты.	3			
Принцип работы нелинейного резонансного усилителя*.		1*		
Колебательная характеристика. Резонансное умножение частоты. Энергетические соотношения в нелинейном резонансном усилителе.				1
<b>Тема 7.4</b> Безынерционные нелинейные преобразования суммы нескольких гармонических сигналов.	3			
Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент со степенной характеристикой.		1		
Комбинационные частоты. Эффекты, сопровождающие нелинейные преобразования нескольких колебаний.				1
<b>Тема 7.5</b> Получение модулированных радиосигналов.	3			
Получение модулированных колебаний, построение сквозной модуляционной характеристики.		1		
Принцип работы амплитудного модулятора. Аналитическое рассмотрение. Получение сиг-				1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
налов с балансной модуляцией. Получение сигналов с угловой модуляцией.				
<b>Тема 7.6</b> Амплитудное, фазовое и частотное детектирование.	3			
Диодный детектор АМ-сигналов.		1		
Взаимодействие сигнала и помехи в амплитудном детекторе. Фазовое детектирование. Частотное детектирование.				2
консультация				1
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>96</b>	<b>32</b>		<b>125</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

#### **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	20
Подготовка к занятиям семинарского типа	20
Подготовка и оформление расчетно-графической работы №1	40
Изучение теоретических разделов дисциплины	10
Подготовка к занятиям семинарского типа	10
Подготовка и оформление расчетно-графической работы №2	24
Консультация перед экзаменом	1
Всего по курсу	125

#### **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

#### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### 8.1 Основная литература

- 1) Баскаков, С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов / С. И. Баскаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2000. - 464с. (чз-1экз аб-53экз)
- 2) Астайкин, А. И. Радиотехнические цепи и сигналы. Том 1: учебное пособие / А. И. Астайкин, А. П. Помазков. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. — 344 с. — ISBN 978-5-9515-0142-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/18444.html> (дата обращения: 25.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
- 3) Астайкин, А. И. Радиотехнические цепи и сигналы. Том 2: учебное пособие / А. И. Астайкин, А. П. Помазков. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. — 360 с. — ISBN 978-5-9515-0147-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/18445.html> (дата обращения: 25.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
- 4) Радиотехнические цепи и сигналы / Баскей В.Я., Васюков В.Н., Меренков В.М. и др. - Новосибирск: НГТУ, 2008. - 168 с.: ISBN 978-5-7782-1102-5. - Текст: электронный. // Электронно-библиотечная система: ZNANIUM.COM [сайт] - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546271> (дата обращения: 25.11.2021). – Режим доступа: по подписке.

### 8.2 Дополнительная литература

- 1) Яковлев, А. Н. Основы теории сигналов в примерах, упражнениях и задачах / Яковлев А.Н. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 472 с.: ISBN 978-5-7782-1995-3. - Текст : электронный// электронно-библиотечная система. ZNANIUM.COM [сайт]: - URL: <https://znanium.com/catalog/product/558735> (дата обращения: 25.11.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 2) Каратаева, Н. А. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1: учебное пособие / Н. А. Каратаева. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 260 с. — Текст: электронный // электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72172.html> (дата обращения: 25.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
- 3) Кориков, А. М. Теория систем и системный анализ: учебное пособие / А. М. Кориков, С. Н. Павлов. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 288 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005770-5. - Текст: электронный // электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM [сайт]: - URL: <https://znanium.com/catalog/product/994445> (дата обращения: 25.11.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 4) Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум: учебное пособие / В. Я. Баскей, В. М. Меренков, Д. О. Соколова, А. Н. Яковлев ; под редакцией А. Н. Яковлев. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 113 с. — ISBN 978-5-7782-2395-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]: — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45154.html> (дата обращения: 25.11.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины (при наличии)

- 1) Марущенко С.Г. Теория сигналов и систем: Учеб. пособие./ С.Г. Марущенко – Комсомольск-на-Амуре: Гос. образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2006. – 89 с.
- 2) Теория сигналов и систем: рабочая программа, методические указания и контрольные задания / сост. С.Г. Марущенко. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО

«КНАГТУ», 2015. – 76

#### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1) ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система: сайт. – Москва, 2011. - URL:<http://www.znanium.com> (дата обращения: 15.06.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 2) IPRbooks: электронно-библиотечная система: сайт. – Саратов, 2018. – URL: <https://www.iprbookshop.ru> (дата обращения: 15.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

#### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) СИГНАЛЫ и СИСТЕМЫ. Лекции и практикум на ПК. / Персональный сайт Давыдова А.В. // URL:<http://geoin.org/textbook/index.html> (дата обращения: 15.06.2021). – Режим доступа: свободный.
- 2) Единое окно доступа к информационным ресурсам : сайт. – Москва, 2005. – URL: <http://window.edu.ru> (дата обращения: 15.06.2021).
- 3) Библиотека ИНИТ КНАГУ: сайт. – Комсомольск-на-Амуре, 2012. – URL: <http://initkms.ru/library/main> (дата обращения: 15.06.2021).

#### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
Электронная система моделирования TINA-TI компаний Texas Instruments и DesignSoft.	<a href="http://www.ti.com/tool/TINA-TI#">http://www.ti.com/tool/TINA-TI#</a> свободный доступ.
Mathcad Education	Договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012

### **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

#### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;

- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

### **Методические указания при работе над конспектом лекции**



В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

### **Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям**

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

### **Методические указания по выполнению расчетно графической работы**

Теоретическая часть расчетно-графической работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов. К каждой теме РГР рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
211/3	Лаборатория компьютерного проектирования и моделирования	персональные компьютеры

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****по дисциплине****«Теория сигналов и систем»**

Направление подготовки	11.03.04 Электроника и микроэлектроника
Направленность (профиль) образовательной программы	Промышленная электроника
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	8

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой, Экзамен	Кафедра «Промышленная электроника»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.	ОПК-1.1. Знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;	Знать современные методы математического описания сигналов и их характеристик;
	ОПК-1.2. Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;	Уметь проводить анализ частотных и временных свойств детерминированных сигналов;
	ОПК-1.3. Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.	Владеть навыками анализа процессов в радиотехнических устройствах.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>5 семестр</b>			
Разделы 1-4	ОПК-1	Тест	Правильность выполнения задания
Разделы 1-4	ОПК-1	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1-4	ОПК-1	Расчетно-графическая работа №1	Полнота и правильность выполнения задания
<b>6 семестр</b>			
Разделы 5-7	ОПК-1	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 5-7	ОПК-1	Расчетно-графическая работа №2	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 5-7	ОПК-1	Вопросы к экзамену	Полнота и аргументированность ответов

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</i>				
1	Тест	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 8 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 4 балла – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Практическое задание 1	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 8 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 6 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
3	Практическое задание 2	в течение семестра	10 баллов	
4	Практическое задание 3	в течение семестра	10 баллов	
5	Практическое задание 4	в течение семестра	10 баллов	
6	Расчетно-графическая работа №1	в течение семестра	10 баллов	
ИТОГО:		-	60 баллов	
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно»				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
(недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
б семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
1	Практическое задание 5	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 8 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 6 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Практическое задание 6	в течение семестра	10 баллов	
3	Практическое задание 7.	в течение семестра	10 баллов	
4	Расчетно-графическая работа №2	в течение семестра	10 баллов	
Текущий контроль:		-	40 баллов	-
Экзамен:		сессия	60 баллов	60 – студент владеет знаниями в полном объеме, самостоятельно, логически последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; 45 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; 30 – студент владеет только

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				обязательным минимумом знаний по дисциплине; 0 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен ответить на поставленный вопрос.
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

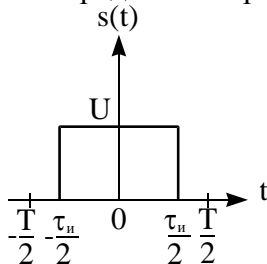
#### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

#### ТЕСТ

Тест №1

Раздел 1 Элементы общей теории сигналов

1. Определите норму сигнала  $s(t)$

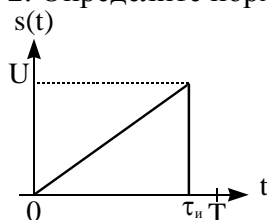


$$s(t) = \begin{cases} U, & -\frac{\tau_u}{2} \leq t \leq \frac{\tau_u}{2} \\ 0, & t < -\frac{\tau_u}{2}; t > \frac{\tau_u}{2} \end{cases}$$

Варианты ответов:

1.  $U^2 \tau_u$
2.  $U \sqrt{\tau_u}$
3.  $U^2 \tau_u^2$
4.  $U \tau_u$

2. Определите норму сигнала  $s(t)$

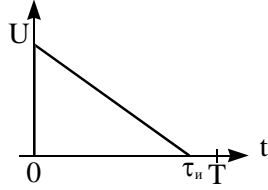


$$s(t) = U t / \tau_u$$

Варианты ответов:

1.  $U \sqrt{\frac{\tau_u}{3}}$
2.  $U \sqrt{\tau_u}$
3.  $\frac{U^2 \tau_u^2}{3}$
4.  $\frac{U^2 \tau_u}{3}$

3. Определите норму сигнала  $s(t)$

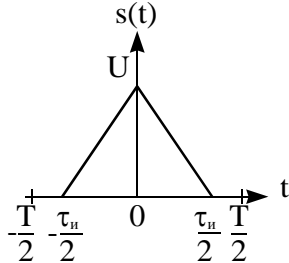


$$s(t) = \sigma(t) U \left(1 - \frac{t}{\tau_u}\right)$$

Варианты ответов:

1.  $U \sqrt{\frac{\tau_u}{3}}$
2.  $U \sqrt{\tau_u}$
3.  $\frac{U^2 \tau_u^2}{3}$
4.  $\frac{U^2 \tau_u}{3}$

4. Определите норму сигнала  $s(t)$

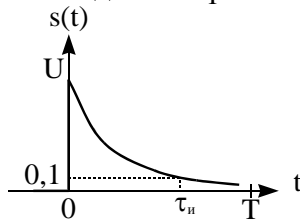


$$s(t) = \begin{cases} U \left(1 - \frac{2|t|}{\tau_u}\right), & -\frac{\tau_u}{2} \leq t \leq \frac{\tau_u}{2} \\ 0, & t < -\frac{\tau_u}{2}; t > \frac{\tau_u}{2} \end{cases}$$

Варианты ответов:

1.  $U \sqrt{\frac{\tau_u}{3}}$
2.  $U \sqrt{\tau_u}$
3.  $\frac{U^2 \tau_u^2}{3}$
4.  $\frac{U^2 \tau_u}{3}$

5. Найдите энергию сигнала, выделяющуюся на нагрузке сопротивлением 1 Ом.



$$s(t) = U \exp(-\alpha t) \sigma(t)$$

$$\tau_u = 2.303 / \alpha$$



Варианты ответов:

1.  $\frac{U^2}{2\alpha}$
2.  $U^2\alpha^2$
3.  $\frac{0,495U^2}{\alpha}$
4.  $\frac{0,9U}{\alpha}$

6. Дайте определение понятию «сигнал»

Варианты ответов:

1. Физический процесс, несущий в себе информацию;
2. Электрическое колебание;
3. Электромагнитное колебание;
4. Произвольное изменение напряжения во времени.

7. Два сигнала называются ортогональными, если

Варианты ответов:

1. Их метрика равна нулю;
2. Их нормы равны нулю;
3. Их скалярное произведение равно нулю;
4. Их спектральные плотности равны нулю

Тест №2

Раздел 2 Спектральные представления сигналов

1. Спектр периодической последовательности импульсов является:

Варианты ответов:

1. Непрерывным;
2. Дискретным;
3. Периодическим;
4. Экспоненциальным

2. Спектр одиночного импульса является:

Варианты ответов:

1. Непрерывным;
2. Дискретным;
3. Периодическим;
4. Экспоненциальным

3. Какими свойствами обладает спектральная плотность вещественного сигнала?

Варианты ответов:

1. Спектральная плотность вещественного сигнала есть вещественная функция частоты.
2. Спектральная плотность вещественного сигнала есть комплекснозначная функция частоты:  $S(\omega) = A(\omega) - jB(\omega)$ , причем вещественная часть является четной функцией частоты, а мнимая часть нечетной функцией частоты.
3. Спектральная плотность вещественного сигнала есть комплекснозначная функция частоты:  $S(\omega) = A(\omega) - jB(\omega)$ , причем вещественная часть является нечетной функцией частоты, а мнимая часть четной функцией частоты.

4. Спектральная плотность вещественного сигнала есть комплекснозначная функция частоты:  $S(\omega) = A(\omega) - jB(\omega)$ , причем вещественная и мнимая части являются нечетной функцией частоты.

4. Как по известным спектральным плотностям двух сигналов вычислить их скалярное произведение?

Варианты ответов:

1. Скалярное произведение двух сигналов связано с их спектральными плотностями интегралом свертки:  $(u, v) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} V(\xi)U(\omega - \xi)d\xi$ .

$$(u, v) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} V(\xi)U(\omega - \xi)d\xi.$$

2. Скалярное произведение двух сигналов равно произведению их спектральных плотностей:  $(u, v) = U(\omega) \cdot V(\omega)$ .

3. Скалярное произведение двух сигналов связано с их спектральными плотностями

обобщенной формулой Рэлея:  $(u, v) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} U(\omega)V^*(\omega)d\omega = \frac{1}{2\pi}(U, V)$ .

4. Скалярное произведение двух сигналов связано с их спектральными плотностями об-

ратным преобразованием Фурье:  $(u, v) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} U(\omega)V^*(\omega)e^{j\omega t} d\omega$ .

5. Пусть сигнал  $s(t)$  и его спектральная плотность  $S(\omega)$  заданы. Если новый сигнал представляет собой:  $f(t) = ds/dt$ , то его спектральная плотность будет определяться по формуле.

Варианты ответов:

1.  $F(\omega) = j\omega S(\omega)$ .

2.  $F(\omega) = S(\omega)/j\omega$ .

3.  $F(\omega) = pS(\omega)$ .

4.  $F(\omega) = S(\omega)/p$ .

Тест №3

Раздел 3 Корреляционный анализ сигналов, энергетические спектры

1. Взаимным энергетическим спектром двух сигналов называют:

Варианты ответов:

1. Произведение норм этих сигналов;

2. Произведение энергий этих сигналов;

3. Произведение спектральных плотностей этих сигналов;

4. Скалярное произведение этих сигналов.

2. Энергетическим спектром сигнала называют:

Варианты ответов:

1. Квадрат нормы этого сигнала;

2. Квадрат энергии этого сигнала;

3. Модуль спектральной плотности этого сигнала;

4. Квадрат модуля спектральной плотности этого сигнала.

3. Автокорреляционной функцией сигнала называется:

Варианты ответов:

1. Связь между сигналом и его спектром;
2. Связь между амплитудной и фазовой характеристиками сигнала;
3. Скалярное произведение сигнала и его смещенной во времени на интервал  $\tau$  копии;
4. Скалярное произведение спектра сигнала и его копии, сдвинутой по частоте на интервал  $\Delta f$ .

4. Взаимокорреляционной функцией двух сигналов называется:

Варианты ответов:

1. Связь между сигналами и их спектрами;
2. Связь между амплитудной и фазовой характеристиками сигналов;
3. Скалярное произведение одного сигнала на другой сигнал, смещенный во времени на интервал  $\tau$ ;
4. Скалярное произведение спектра одного сигнала на спектр другого сигнала, сдвинутый по частоте на интервал  $\Delta f$ .

5. Какова связь между автокорреляционной функцией сигнала и его энергетическим спектром?

Варианты ответов:

$$1. B_u(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |U(\omega)|^2 \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

$$2. B_u(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} U(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

$$3. B_u(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} U(\xi)U(\omega - \xi)d\xi$$

$$4. B_u(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |U(\omega)| \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

6. Какова связь между взаимокорреляционной функцией двух сигналов и их взаимным энергетическим спектром?

Варианты ответов:

$$1. B_{uv}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |U(\omega)|^2 \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

$$2. B_{uv}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} W_{uv}(\omega) \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

$$3. B_{uv}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} U(\xi)V(\omega - \xi)d\xi$$

$$4. B_{uv}(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |U(\omega)| \cdot |V(\omega)| \cdot e^{j\omega\tau} d\omega$$

Тест №4

Раздел 4 Линейные стационарные системы

1. Для линейной цепи справедливы следующие утверждения:

Варианты ответов:

1. Оператор линейной цепи не зависит от амплитуды входного воздействия. Линейная цепь подчиняется принципу суперпозиции. На выходе линейной цепи отсутствуют кратные гармоники.
2. Оператор линейной цепи зависит от амплитуды входного воздействия. Линейная цепь подчиняется принципу суперпозиции. На выходе линейной цепи отсутствуют кратные гармоники.
3. Оператор линейной цепи не зависит от амплитуды входного воздействия. Линейная цепь не подчиняется принципу суперпозиции. На выходе линейной цепи отсутствуют кратные гармоники.
4. Оператор линейной цепи не зависит от амплитуды входного воздействия. Линейная цепь подчиняется принципу суперпозиции. На выходе линейной цепи присутствуют кратные гармоники.

2. Импульсная характеристика линейной стационарной системы  $h(t)$  является выходным откликом на входной:

Варианты ответов:

1. Прямоугольный импульс;
  2. Треугольный импульс;
  3. Ступенчатый импульс (единичный скачок);
  4. Дельта-импульс
3. Переходная характеристика линейной стационарной системы  $g(t)$  является выходным откликом на входной:

Варианты ответов:

1. Прямоугольный импульс;
2. Треугольный импульс;
3. Ступенчатый импульс (единичный скачок);
4. Дельта-импульс

4. Передаточная характеристика линейной стационарной системы (комплексный частотный коэффициент передачи  $K(j\omega)$ ) является прямым преобразованием Фурье от:

Варианты ответов:

1. Импульсной характеристики системы;
2. Переходной характеристики системы;
3. Входного сигнала;
4. Выходного сигнала.

5. Амплитудно-частотной характеристикой системы является зависимость:

Варианты ответов:

1. Модуля комплексного частотного коэффициента передачи от частоты;
2. Вещественной части комплексного частотного коэффициента передачи от частоты;
3. Модуля спектральной плотности входного сигнала от частоты;
4. Модуля спектральной плотности выходного сигнала от частоты.

6. Какому условию должна отвечать импульсная характеристика физически реализуемой линейной стационарной системы?

Варианты ответов:

1.  $h(t) < 0$ , при  $t < 0$ .
2.  $h(t) > 0$ , при  $t < 0$ .
3.  $h(t) \neq 0$ , при  $t < 0$ .
4.  $h(t) = 0$ , при  $t < 0$ .

## **ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

### **Задания практических работ**

*Практическое занятие 1. Общая теория радиотехнических сигналов.*

Решение типовых задач по следующим подтемам: Математические модели сигналов; динамическое представление сигналов; геометрические методы в теории сигналов; теория ортогональных сигналов.

*Практическое занятие 2. Спектральные представления сигналов (реализуется в форме практической подготовки).*

Решение типовых задач по следующим подтемам: Периодические сигналы и ряды Фурье; преобразование Фурье; преобразование Лапласа.

*Практическое занятие 3. Энергетические спектры сигналов. Принципы корреляционного анализа (реализуется в форме практической подготовки).*

Решение типовых задач по следующим подтемам: Обобщенная формула Рэлея; энергетические спектры; автокорреляционная функция; функция взаимной корреляции.

*Практическое занятие 4. Воздействие детерминированных сигналов на линейные стационарные системы (реализуется в форме практической подготовки).*

Решение типовых задач по следующим подтемам: Импульсная характеристика; интеграл Дюамеля; дифференциальные уравнения линейных цепей; спектральный метод анализа линейных систем.

*Практическое занятие 5. Модулированные сигналы (реализуется в форме практической подготовки).*

Решение типовых задач по следующим подтемам: Сигналы с амплитудной модуляцией; сигналы с угловой модуляцией; сигналы с линейной частотной модуляцией.

*Практическое занятие 6. Сигналы с ограниченным спектром.*

Решение типовых задач по следующим подтемам: Сигналы с ограниченным спектром низкочастотного типа; ряд Котельникова; сигналы полосового типа; комплексная огибающая; аналитический сигнал, преобразование Гильберта.

*Практическое занятие 7. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях (реализуется в форме практической подготовки).*

Решение типовых задач по следующим подтемам: Аппроксимация характеристик нелинейных элементов; спектральный состав тока в нелинейном двухполюснике; амплитудная модуляция; детектирование АМ-сигналов.

## **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

Тема расчетно-графической работы – «Анализ периодических и непериодических сигналов». Задание на выполнение РГР выдается каждому студенту персонально в начале текущего семестра. РГР состоит из пяти практических заданий и направлена на закрепление тем 1,2,3,4. Исходные данные в соответствии с номером варианта берутся из таблиц методических указаний, размещенных в личном кабинете в разделе УМКД.

## **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

Тема расчетно-графической работы – «Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях». Задание на выполнение РГР выдается каждому студенту пер-

сонально в начале текущего семестра. РГР состоит из трех практических заданий и направлена на закрепление тем 5,6,7. Исходные данные в соответствии с номером варианта берутся из таблиц методических указаний, размещенных в личном кабинете в разделе УМКД.

### **Содержание РГР**

РГР состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка должна содержать: введение, основную часть (этапы решения заданий и расчеты со всеми пояснениями), заключение и список использованных источников. Основную часть, согласно требованиям технического задания, разбивают на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 20 – 30 с.

Графическая часть должна содержать диаграммы и графики, построенные в ходе выполнения заданий. Все рисунки, графики, схемы выполнять аккуратно карандашом по линейке. Электрические схемы должны быть вычерчены в соответствии с правилами ЕСКД. Следует строго придерживаться установленных буквенных обозначений и наименований электрических величин.

Выполненная РГР должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата работы на исправление.

## **3.2 Задания для промежуточной аттестации**

### **Контрольные вопросы к экзамену**

1. Понятие несущего колебания, принцип амплитудной модуляции.
2. Однотональная амплитудная модуляция, энергетические характеристики АМ-сигнала.
3. Амплитудная модуляция при сложном модулирующем сигнале, амплитудно-манипулированные сигналы. Векторная диаграмма АМ-сигнала.
4. Балансная амплитудная модуляция, однополосная амплитудная модуляция.
5. Сигналы с угловой модуляцией. Виды угловой модуляции. Однотональные сигналы с угловой модуляцией.
6. Спектральное разложение ЧМ- и ФМ-сигналов при малых индексах модуляции, точный анализ спектрального состава сигналов с угловой модуляцией.
7. Спектр сигнала с угловой модуляцией при произвольном значении индекса модуляции.
8. Угловая модуляция при негармоническом модулирующем сигнале.
9. Сигналы с внутриимпульсной частотной модуляцией. Принцип линейной частотной модуляции (ЛЧМ), спектр прямоугольного ЛЧМ-импульса.
10. ЛЧМ-сигналы с большой базой, автокорреляционная функция ЛЧМ-сигнала.
11. Сигналы с ограниченным спектром. Идеальный низкочастотный сигнал, идеальный полосовой сигнал.
12. Ортогональные сигналы с ограниченным спектром.
13. Построение ортонормированного базиса, ряд Котельникова, теорема Котельникова.
14. Аппаратная реализация синтеза сигнала, представленного рядом Котельникова, оценка ошибки при аппроксимации произвольного сигнала рядом Котельникова.
15. Размерность пространства сигналов с ограниченным спектром.
16. Узкополосные сигналы. Математическая модель узкополосного сигнала, комплексное представление узкополосных сигналов.

17. Физическая огибающая, полная фаза и мгновенная частота. Свойства физической огибающей узкополосного сигнала.
18. Свойства мгновенной частоты узкополосного сигнала, связь между спектрами сигнала и его комплексной огибающей.
19. Понятие аналитического сигнала, спектральная плотность аналитического сигнала.
20. Преобразование Гильберта, свойства преобразования Гильберта.
21. Преобразование Гильберта для гармонических и узкополосных сигналов.
22. Вычисление огибающей, полной фазы и мгновенной частоты, примеры.
23. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях. Безынерционные нелинейные преобразования, внешние характеристики безынерционных нелинейных элементов, сопротивление нелинейного двухполюсника.
24. Способы описания характеристик нелинейных элементов: кусочно-линейная аппроксимация, степенная аппроксимация, показательная аппроксимация.
25. Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии, основной принцип.
26. Спектральный состав тока при кусочно-линейной, степенной аппроксимациях.
27. Спектральный состав тока при показательной аппроксимации, понятие нелинейных искажений.
28. Принцип работы нелинейного резонансного усилителя, колебательная характеристика.
29. Энергетические соотношения в нелинейном резонансном усилителе, резонансное умножение частоты.
30. Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент со степенной характеристикой, влияние кубического члена ВАХ.
31. Понятие комбинационной частоты, примеры.
32. Эффекты, сопровождающие нелинейные преобразования нескольких колебаний.
33. Принцип работы амплитудного модулятора, аналитическое рассмотрение.
34. Получение сигналов с балансной и угловой модуляцией.
35. Принцип детектирования АМ-сигналов, квадратичное детектирование.
36. Диодный детектор АМ-сигналов, взаимодействие сигнала и помехи в амплитудном детекторе.
37. Фазовое и частотное детектирование.

