

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

А.С. Гудим

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Теория сигналов и систем»**

Направление подготовки	<i>11.03.04 Электроника и наноэлектроника</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Промышленная электроника</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Промышленная электроника и инновационные технологии»</i>

Комсомольск-на-Амуре 2024

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры, кандидат техни-  
ческих наук, доцент

\_\_\_\_\_

(должность, степень, ученое звание)

С.Г. Марущенко

\_\_\_\_\_

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

ПЭИТ

\_\_\_\_\_

(наименование кафедры)

М.А. Горькавый

\_\_\_\_\_

(ФИО)

## 1 Общие положения

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Теория сигналов и систем» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 927 от 19.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы «Промышленная электроника» по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

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 и наименование компетенции	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; ОПК-1.2. Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; ОПК-1.3. Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.	Знать современные методы математического описания сигналов и их характеристик; Уметь проводить анализ частотных и временных свойств детерминированных сигналов; Владеть навыками анализа процессов в радиотехнических устройствах.

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

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

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет* / *Образование* / *11.03.04 Электроника и нанoeлектроника /Оценочные материалы*).

Дисциплина «Теория сигналов и систем» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий, лабораторных работ, выполнения курсовых проектов, иных видов учебной деятельности.

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

##### 4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Теория сигналов и систем» изучается на 3 курсе(ах) в 5,6 семестрах.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 129 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, экзамена 35 ч., самостоятельная работа обучающихся 124 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<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				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
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; ортогональные сигналы и обобщенные ряды Фурье; примеры ортонормированных базисов разложение сигнала по ортогональному базису.						2
<b>Раздел 2</b> Спектральные представления сигналов.	<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						4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
(РГР)						
<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
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 видеоимпульса.						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

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<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
<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	4					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
системы.						
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					
Передающая 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*				
Понятие несущего колебания.						1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Принцип амплитудной модуляции. Однотональная амплитудная модуляция.						
<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.	2					
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 сиг-						1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
нал. Идеальный полосовой сигнал. Ортогональные сигналы с ограниченным спектром.						
Решение типового задания №1 РГР. Расчет схемы амплитудного модулятора.						4
<b>Тема 6.2</b> Теорема Котельникова.	3					
Представление сигналов рядом Котельникова*.		1*				
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</b> Узкополосные сигналы.	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</b> Физическая огибающая узкополосного сигнала.	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</b> Аналитический сигнал.	3					
Математическое описание аналитического сигнала.		1				
Аналитический сигнал. Спек-						1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
тральная плотность аналитического сигнала.						
Решение типового задания №2 РГР, восстановление сигнала по ряду Котельникова.						2
<b>Тема 6.6</b> Преобразование Гильберта.	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</b> Безынерционные нелинейные преобразования.	3					
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 двухпо-						5

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
люсника.						
<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 сигналов с балансной модуляцией. Получение сигналов с угловой модуляцией.						1
<b>Тема 7.6</b> Амплитудное, фазовое и частотное детектирование.	3					
Диодный детектор АМ-сигналов.		1				
Фазовое детектирование. Частотное детектирование.						2
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Экзамен</i>	-	-	-	1	35	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>96</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>124</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

## 4.2 Структура и содержание дисциплины для заочной формы обучения

Дисциплина «Теория сигналов и систем» изучается на 2,3 курсе(ах) в 4,5,6 семестрах.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 21 ч., промежуточная аттестация в форме зачет с оценкой, экзамен 12 ч., самостоятельная работа обучающихся 255 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Раздел 1 Элементы общей теории сигналов</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				<b>16</b>
<b>Тема 1.1</b> Классификация радиотехнических сигналов.	0,25					
Математические модели сигналов.		0,25				
Одномерные и многомерные сигналы; детерминированные и случайные, импульсные, аналоговые, дискретные и цифровые.						4
<b>Тема 1.2</b> Динамическое представление сигналов.	0,25					
Способы динамического представления сигналов.		0,25				
Функция включения; Представление сигнала посредством функции включения; дельта-функция; обобщенные функции.						4
<b>Тема 1.3</b> Геометрические методы в теории сигналов.	0,25					
Геометрические методы в теории сигналов.		0,25				
Линейное пространство сигналов; координатный базис; нормированное линейное пространство сигналов; энергия сигнала; метрическое пространство сигналов.						4
<b>Тема 1.4</b> Теория ортогональных сигналов.	0,25					
Определение угла между элементами линейного пространства сигналов.		0,25				
Скалярное произведение сигналов; ортогональные сигналы и обобщенные ряды Фурье; приме-						4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
ры ортонормированных базисов разложение сигнала по ортогональному базису.						
<b>Раздел 2 Спектральные представления сигналов.</b>	<b>1,25</b>	<b>1</b>				<b>48</b>
<b>Тема 2.1</b> Периодические сигналы и ряды Фурье.	0,25					
Разложение периодического сигнала в ряд Фурье*.		0,25*				
Ряд Фурье; спектральная диаграмма периодического сигнала; комплексная форма ряда Фурье; изображение сигналов на комплексной плоскости.						4
Решение типового задания №1 РГР. Разложение периодического сигнала в ряд Фурье.						8
<b>Тема 2.2</b> Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье.	0,25					
Спектральные представления непериодических сигналов.*		0,25*				
Понятие спектральной плотности сигнала, ее физический смысл; условие существования спектральной плотности; спектральная плотность непериодического сигнала.						4
Построение спектральных диаграмм периодического сигнала (РГР)						8
<b>Тема 2.3</b> Основные свойства преобразования Фурье.	0,25					
Определение спектральных плотностей импульсов с использованием преобразования Фурье*.		0,25*				
Линейность; вещественная и мнимая части; Преобразование произведения сигналов.						4
Решение типового задания №2 РГР. Преобразование Фурье, определение спектральной плотности одиночного импульса.						8

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Тема 2.4</b> Спектральные плотности неинтегрируемых сигналов. Преобразование Лапласа.	0,5					
Обобщенная формула Рэля.		0,25				
Формула Рэля; спектральные плотности некоторых сигналов. Понятие комплексной частоты; основные соотношения.						4
Построение амплитудных и фазовых спектров одиночного импульса (РГР).						8
<b>Раздел 3 Энергетические спектры сигналов, принципы корреляционного анализа.</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>				<b>32</b>
<b>Тема 3.1</b> Взаимная спектральная плотность сигналов.	0,25					
Энергетические спектры*.		0,25*				
Энергетический спектр сигнала; распределение энергии в спектре прямоугольного видеоимпульса.						4
<b>Тема 3.2</b> Корреляционный анализ сигналов.	0,5					
Автокорреляционная функция.		0,25				
Автокорреляционная функция (АКФ) сигнала; связь между энергией сигнала и его АКФ.						4
Решение типового задания №3 РГР. Нахождение автокорреляционной функции произвольного сигнала.						8
<b>Тема 3.3</b> Автокорреляционная функция дискретного сигнала.	0,25					
Дискретная АКФ; сигналы Баркера*.		0,25*				
Описание сложных сигналов с дискретной структурой.						4
<b>Тема 3.4</b> Взаимокорреляционная функция двух сигналов.	0,5					
Функция взаимной корреляции.		0,25				
Принцип определения взаимокорреляционной функции (ВКФ); свойства ВКФ; связь ВКФ с взаимной спектральной плотностью						4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
сигнала.						
Решение типового задания №4 РГР. Нахождение взаимокорреляционной функции двух сигналов.						8
<b>Раздел 4 Воздействие детерминированных сигналов на линейные стационарные системы.</b>	<b>2,25</b>	<b>1</b>				<b>64</b>
<b>Тема 4.1</b> Физические системы и их математические модели.	0,25					
Математические модели линейных стационарных систем*.		0,25*				
Системные операторы; стационарные и нестационарные системы; линейные и нелинейные; сосредоточенные и распределенные.						4
<b>Тема 4.2</b> Основные характеристики линейных стационарных систем.	0,5					
Импульсная характеристика. Интеграл Дюамеля*.		0,25*				
Импульсная характеристика; переходная характеристика; частотный коэффициент передачи; АЧХ и ФЧХ.						4
Решение типового задания №5 РГР. Определение частотного коэффициента передачи простейшей электрической цепи. Нахождение импульсной характеристики.						16
<b>Тема 4.3</b> Линейные динамические системы.	0,5					
Дифференциальные уравнения линейных цепей, собственные колебания.		0,25				
Дифференциальные уравнения; собственные колебания динамической системы; частотный коэффициент передачи; устойчивость динамической системы; описание динамической системы в пространстве состояний.						8
<b>Тема 4.4</b> Спектральный метод анализа линейных стационарных	0,5					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
систем.						
Частотный коэффициент передачи цепи*.		0,125*				
Вычисление импульсных характеристик; вычисление сигнала на выходе; коэффициент передачи; автокорреляционная характеристика системы.						8
Построение графиков АЧХ и ФЧХ линейной стационарной системы, проверка правильности полученных характеристик в среде моделирования TINA-TI. Оформление пояснительной записки (РГР).						16
<b>Тема 4.5</b> Операторный метод анализа линейных стационарных систем.	0,5					
Передаточная функция линейной стационарной системы.*		0,125*				
Решение дифференциальных уравнений операторным методом; свойства передаточной функции; формула обращения.						8
<b>Раздел 5 Модулированные сигналы.</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>				<b>12</b>
<b>Тема 5.1</b> Сигналы с амплитудной модуляцией.	0,25					
Амплитудно-модулированные колебания*.		0,25*				
Понятие несущего колебания. Принцип амплитудной модуляции. Однотональная амплитудная модуляция.						2
<b>Тема 5.2</b> Амплитудная модуляция при сложном модулирующем сигнале.	0,25					
Амплитудно-модулированные колебания*.		0,25*				
Амплитудная манипуляция. Балансная амплитудная модуляция. Однополосная АМ.						2
<b>Тема 5.3</b> Сигналы с угловой модуляцией.	0,25					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Частотно-модулированные и фазомодулированные колебания.		0,125				
Виды угловой модуляции. Однотональные сигналы с угловой модуляцией.						2
<b>Тема 5.4</b> Спектральное представление сигналов с угловой модуляцией.	0,25					
Частотно-модулированные и фазомодулированные колебания.		0,125				
Угловая модуляция при негармоническом модулирующем сигнале.						4
<b>Тема 5.5</b> Сигналы с внутриимпульсной частотной модуляцией.	0,5					
Спектральное представление ЛЧМ-сигнала с большой базой.		0,25				
Принцип линейной частотной модуляции (ЛЧМ). Спектр прямоугольного ЛЧМ-импульса. ЛЧМ-сигналы с большой базой. АКФ ЛЧМ-сигнала.						2
<b>Раздел 6 Сигналы с ограниченным спектром.</b>	<b>2,25</b>	<b>1,5</b>				<b>42</b>
<b>Тема 6.1</b> Математические модели сигналов с ограниченным спектром.	0,5					
Математическое описание сигналов с ограниченным спектром.		0,25				
Идеальный низкочастотный сигнал. Идеальный полосовой сигнал. Ортогональные сигналы с ограниченным спектром.						2
Решение типового задания №1 РГР. Расчет схемы амплитудного модулятора.						8
<b>Тема 6.2</b> Теорема Котельникова.	0,25					
Представление сигналов рядом Котельникова*.		0,25*				
Построение ортонормированного базиса. Ряд Котельникова. Аппаратная реализация синтеза сигнала, представленного рядом Ко-						2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Котельникова.						
Решение типового задания №1 РГР, построение спектральных диаграмм сигнала на выходе модулятора.						8
<b>Тема 6.3</b> Узкополосные сигналы.	0,5					
Математическое описание узкополосных сигналов*.		0,25*				
Математическая модель узкополосного сигнала. Комплексное представление узкополосных сигналов.						2
Решение типового задания №2 РГР. Расчет параметров сигнала, для разложения в ряд Котельникова.						8
<b>Тема 6.4</b> Физическая огибающая узкополосного сигнала.	0,25					
Математическое описание узкополосных сигналов*.		0,25*				
Физическая огибающая, полная фаза и мгновенная частота. Свойства физической огибающей и мгновенной частоты. Связь между спектрами сигнала и его комплексной огибающей.						2
<b>Тема 6.5</b> Аналитический сигнал.	0,5					
Математическое описание аналитического сигнала.		0,25				
Аналитический сигнал. Спектральная плотность аналитического сигнала.						2
Решение типового задания №2 РГР, восстановление сигнала по ряду Котельникова.						4
<b>Тема 6.6</b> Преобразование Гильберта.	0,25					
Преобразование Гильберта для узкополосного сигнала. Вычисление огибающей, полной фазы и мгновенной частоты.		0,25				
Преобразование Гильберта. Свойства преобразования Гильберта.						4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<b>Раздел 7 Преобразование сигналов в нелинейных электрических цепях.</b>	<b>2,25</b>	<b>1,5</b>				<b>42</b>
<b>Тема 7.1</b> Безынерционные нелинейные преобразования.	0,5					
Способы описания характеристик нелинейных элементов*.		0,25*				
Вольтамперная характеристика, сопротивление нелинейного двухполюсника.						4
Решение типового задания №3 РГР. Расчет параметров амплитудного детектора.						10
<b>Тема 7.2</b> Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии.	0,25					
Преобразование сигнала в безынерционном нелинейном элементе*.		0,25*				
Основной принцип определения спектрального состава тока. Кусочно-линейная аппроксимация. Степенная аппроксимация. Показательная аппроксимация. Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой.						4
Решение типового задания №3 РГР, построение спектра сигнала на выходе нелинейного двухполюсника.						10
<b>Тема 7.3</b> Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты.	0,5					
Принцип работы нелинейного резонансного усилителя*.		0,25*				
Колебательная характеристика. Резонансное умножение частоты. Энергетические соотношения в нелинейном резонансном усилителе.						4
<b>Тема 7.4</b> Безынерционные нелинейные преобразования суммы	0,25					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
нескольких гармонических сигналов.						
Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент со степенной характеристикой.		0,25				
Комбинационные частоты. Эффекты, сопровождающие нелинейные преобразования нескольких колебаний.						4
<b>Тема 7.5</b> Получение модулированных радиосигналов.	0,5					
Получение модулированных колебаний, построение сквозной модуляционной характеристики.		0,25				
Принцип работы амплитудного модулятора. Аналитическое рассмотрение. Получение сигналов с балансной модуляцией. Получение сигналов с угловой модуляцией.						2
<b>Тема 7.6</b> Амплитудное, фазовое и частотное детектирование.	0,25					
Диодный детектор АМ-сигналов.		0,25				
Фазовое детектирование. Частотное детектирование.						4
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-	-	4	-
<i>Экзамен</i>	-	-	-	1	8	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>255</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

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

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

## **6.1 Основная и дополнительная литература**

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 11.03.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

## **6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

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

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

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 11.03.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

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

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) *11.03.04 Электроника и наноэлектроника:*

<https://knastu.ru/page/539>

## **7 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием 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.

### **7.1 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.

## **7.2 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.

## **7.3 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.

## **7.4 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.

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.

## **7.5 Методические рекомендации 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.

## **8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

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

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета [www.knastu.ru](http://www.knastu.ru) / *Наш университет / Образование / 11.03.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Реестр ПО.*

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

### **8.2 Учебно-лабораторное оборудование**

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

### 8.3 Технические и электронные средства обучения

#### **Лекционные занятия.**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

#### **Практические занятия (при наличии).**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

#### **Лабораторные занятия (при наличии).**

#### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

## 9 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. N 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.