

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»  
(РУДН)*

*Факультет физико-математических и естественных наук  
Институт физических исследований и технологий*

Рекомендовано МССН

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности  
03.03.02 «Физика»**

**Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр**

**1. Цели и задачи дисциплины:** Цель курса – изучение фундаментальных закономерностей получения сигналов, их передачи и преобразования в радиоэлектронных цепях, обучение студентов методам представления и математического описания сигналов.

**2. Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Радиоэлектроника» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.02 – Физика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах образовательной программы бакалавра по направлению Физика: модули «Математика» и «Общая физика» базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

**Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций**

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины (группы дисциплин)	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	Модуль «Общая физика», теоретическая механика,	Электродинамика, Теория колебаний и волн
	ПК-2: Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** основные способы представления сигналов, основы работы радиотехнических цепей;

**Уметь:** пользоваться методами математического описания сигналов, анализировать процессы, происходящие в колебательных системах, рассчитывать амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики радиотехнических цепей;

**Владеть:** методами математического описания процессов в радиотехнических цепях с сосредоточенными параметрами и распределёнными параметрами, методами анализа линейных цепей.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

№	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
			7	8
<b>1.</b>	<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>68</b>	<b>36</b>	<b>32</b>
	В том числе:			
1.1.	Лекции			
1.2.	Прочие занятия			

	<i>В том числе:</i>			
1.2.1	<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	68	36	32
1.2.2	<i>Семинары (С)</i>			
1.2.3	<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>			
<b>2.</b>	<b>Самостоятельная работа (ак. часов)</b>	<b>112</b>	<b>72</b>	<b>40</b>
	<i>В том числе:</i>			
2.1	Курсовой проект (работа)			
2.2	Расчетно-графические работы			
2.3	Реферат			
<b>3.</b>	<b>Общая трудоемкость (ак. часов)</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>72</b>
	<i>Общая трудоемкость (зачетных единиц)</i>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Сигналы и их свойства

Определения. Классификация сигналов: видеосигналы и радиосигналы, детерминированные и случайные, непрерывные и дискретные, периодические и непериодические, гармонические сигналы. Комплексные амплитуды. Свойства сигналов. Энергетические характеристики сигналов – энергия и мощность. Мгновенная и средняя мощность. Физический смысл активной и реактивной мощности. Комплексная мощность. Полная мощность.

Понятие о спектре сигнала.

Периодические сигналы. Тригонометрическая и комплексная форма ряда Фурье. Примеры.

Непериодические сигналы. Интеграл Фурье. Примеры.

Функция Дирака ( $\delta$ -функция). Функция Хевисайда (единичный скачок). Основные свойства преобразования Фурье.

Радиосигналы. Амплитудно-модулированные сигналы (АМ-сигналы) и их спектры при модуляции гармоническим колебанием, негармоническим периодическим колебанием и непериодическим колебанием. Векторная диаграмма АМ-сигнала. Различие спектров видеосигналов и радиосигналов.

Радиосигнал при угловой модуляции – частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ). Спектр сигнала при частотной модуляции. Векторная диаграмма.

#### Раздел 2. Линейные радиотехнические цепи с сосредоточенными параметрами

Линейные цепи. Определение. Их свойства. Математическое описание колебаний в линейных цепях. Линейный четырехполюсник, его коэффициент передачи, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Принцип суперпозиции («наложения»). Спектральный метод анализа линейных цепей. Метод временного интегрирования (интеграл Дюамеля). Переходная и импульсная характеристики линейной цепи. Связь частотных и временных характеристик.

РС-цепи: дифференцирующая и интегрирующая, их стационарные и переходные характеристики.

Колебательный контур. Свободные и вынужденные колебания. Параллельный и последовательный колебательный контур. Их параметры (коэффициент затухания, добротность, резонансная частота и др.). Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.

Связанные колебательные контуры. Коэффициент связи. Частоты связи. Амплитудно-частотные характеристики. Свободные колебания в системе связанных контуров (бигармонический режим). Коэффициент передачи.

Частотные электрические фильтры. Цепное соединение четырехполюсников. Т-образные и П-образные звенья.

Характеристическое сопротивление. Амплитудно-частотные характеристики фильтров нижних частот, верхних частот, заградительного и полосового.

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лаб. зан.	Семина.	СРС	Всего час.
1.	Сигналы и их свойства	36		72	108
2.	Линейные радиотехнические цепи с сосредоточенными параметрами	32		40	72

## 6. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Введение в спектральный анализ	18
2.	1	Спектральное представление сигналов	18
3.	2	Исследование RC-цепей	16
4.	2	Электрический колебательный контур	16

7. Практические занятия (семинары) не предусмотрены

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ): не предусмотрены

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

Список рекомендуемой литературы

а) основная литература

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1986.
2. Калинин В.И., Герштейн Г.М. Введение в радиофизику. – М.: ГИТТЛ, 1957.
3. Зернов Н.В., Карпов В.Г. Теория радиотехнических цепей. – М.: Энергия, 1965.
4. Дулин В.Н. Электронные приборы / Под ред. Г.Г.Шишкина. – М.: Энергоиздат, 1989.

б) дополнительная литература

1. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. – М.: Радио и связь, 1990.
2. Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники. Т.1, Т.2. – Л.: Энергия, 1981.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М.: Наука, 1980.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория схемотехники и технического зрения, к.268

Компьютеры Intel Celeron 2.4 GHz – 13 шт. с программой электронного моделирования Multisim, измерительные платы NI PCI-6051 – 10 шт., настольная лабораторная станция ELVIS – 10 шт.

Лаборатория радиоэлектроники, к.222

Анализатор спектра С4-53, генераторы звуковые – 8 шт., генераторы высокочастотные – 7 шт., генераторы импульсные – 6 шт., осциллографы – 8 шт., измерители АЧХ – 2 шт., частотомеры – 3 шт., вольтметры В7-16 и В7-26 – 6 шт.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

**Виды и формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

В процессе обучения используются следующие **виды контроля:**

- устный опрос;
- письменные контрольные работы;
- контроль с помощью технических средств и информационных систем.

**Устный опрос** позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

**Письменные контрольные работы** позволяют экономить время преподавателя, проверить обоснованность оценки и уменьшить степень субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями.

Использование **информационных технологий и систем** обеспечивает:

- быстрое и оперативное получение объективной информации о фактическом усвоении студентами контролируемого материала, в том числе непосредственно в процессе занятий;
- возможность детально и персонализировано предоставить эту информацию преподавателю для оценки учебных достижений и оперативной коррекции процесса обучения;
- формирование и накопление интегральных (рейтинговых) оценок достижений студентов по всем дисциплинам и модулям образовательной программы;
- привитие практических умений и навыков работы с информационными ресурсами и средствами;
- возможность самоконтроля и мотивации студентов в процессе самостоятельной работы.

Определенные компетенции приобретаются в процессе проведения семинаров, а контроль над их формированием осуществляется в ходе проверки преподавателем результатов контрольных работ и выставления соответствующей оценки (отметки).

#### **Формы письменного контроля**

- контрольные работы.

Промежуточная аттестация студентов проводится в середине учебного семестра. При проведении промежуточной аттестации используется система оценок, определенная балльно-рейтинговой системой (БРС). При выставлении оценки (отметки) учитывается количество баллов, набранных студентом к моменту проведения аттестации, включающих в себя баллы за посещение лекций и лабораторных занятий, баллы, полученные за выполнение лабораторных работ, баллы за контрольные работы в течение семестра.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Радиоэлектроника

Направление/Специальность: 03.03.02 Физика

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства										Баллы темы	Баллы раздела		
			Текущий контроль							Промежуточная аттестация						
			Опрос	Тест	Коллоквиум	Контрольная работа	Выполнение ЛР	Выполнение ДЗ	Реферат	Посещение	Экзамен / Зачет	...				
ОПК-3, ПК-1	Сигналы и их свойства	Классификация сигналов. Комплексные амплитуды. Свойства сигналов. Энергетические характеристики сигналов – энергия и мощность	1		1	1			1		1		1		6	50
		Понятие о спектре сигнала.	1		1	1			1		1		3		8	
		Периодические сигналы. Тригонометрическая и комплексная форма ряда Фурье	1		1	1			1		1		2		7	
		Непериодические сигналы. Интеграл Фурье.	1		1	1			1		1		2		7	
		Функция Дирака ( $\delta$ -функция). Функция Хевисайда (единичный скачок). Основные свойства преобразования Фурье.	1		1	1			1		1		1		6	

		Радиосигналы. Амплитудно-модулированные сигналы (АМ-сигналы) и их спектры при модуляции гармоническим колебанием	1		1	1			1	1		1		<b>6</b>	
		Векторная диаграмма АМ-сигнала. Различие спектров видеосигналов и радиосигналов	1			1			1	1		1		<b>5</b>	
		Радиосигнал при угловой модуляции – частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ). Спектр сигнала при частотной модуляции. Векторная диаграмма	1			1			1	1		1		<b>5</b>	
ОПК-3, ПК-1	Линейные радиотехнические цепи с сосредоточенным и параметрами	Математическое описание колебаний в линейных цепях. Линейный четырехполюсник, его коэффициент передачи, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики	1		1	1			1			1		<b>5</b>	<b>50</b>
		Принцип суперпозиции («наложения»). Спектральный метод анализа линейных цепей	1		1	1			1			1		<b>5</b>	

		Метод временного интегрирования (интеграл Дюамеля). Переходная и импульсная характеристики линейной цепи. Связь частотных и временных характеристик	1		1	1				1				1			5
		РС-цепи: дифференцирующая и интегрирующая, их стационарные и переходные характеристики	1		1	1				1				1			5
		Колебательный контур. Свободные и вынужденные колебания	1		1	1				1				1			5
		Последовательный колебательный контур. Параметры: (коэффициент затухания, добротность, резонансная частота и др.). Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики	1		1	1				1				1			5
		Параллельный колебательный контур. Параметры (коэффициент затухания, добротность, резонансная частота и др.). Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики	1		1	1				1				1			5

		Связанные колебательные контуры. Коэффициент связи. Частоты связи. Амплитудно-частотные характеристики	1		1	1				1			1		5	
		Частотные электрические фильтры. Цепное соединение четырехполюсников. Т-образные и П-образные звенья	1		1	1				1			1		5	
		Характеристическое сопротивление. Амплитудно-частотные характеристики фильтров нижних частот, верхних частот, заградительного и полосового	1		1	1				1			1		5	
		<b>Итого</b>	<b>18</b>		<b>16</b>	<b>18</b>				<b>18</b>	<b>8</b>		<b>22</b>		<b>100</b>	<b>100</b>

## ГЛОССАРИЙ (соответствует ПРЕДМЕТНОМУ УКАЗАТЕЛЮ)

Автогенератор (часто, просто генератор) (476) – устройство, преобразующее энергию постоянного тока в энергию электрических колебаний требуемой частоты и формы.

Базис (140) – система базисных функций, служащих для представления в виде ряда более сложной функции.

Базис ортонормированный (140) – система базисных функций, обладающих свойством ортонормированности.

Гармоника (184) – гармоническое колебание ( $\sin$  или  $\cos$ ) с частотой  $\omega_0$ .

Первая (основная) гармоника (184) – спектральная составляющая периодического сигнала с частотой  $\omega_0$ .

Высшие гармоники (184) – спектральные составляющие периодического сигнала с частотами  $n\omega_0$ .

Гетеродинирование (69) – процесс нелинейного или параметрического смешивания двух сигналов разных частот для получения колебаний третьей частоты, в результате которого происходит смещение спектра исходного сигнала.

Девиация частоты (235) – максимальное отклонение частоты от значения  $\omega_0$  при частотной модуляции.

Девиация фазы (235) – максимальное отклонение фазы от значения  $\psi_0$  при фазовой модуляции.

Дельта-функция (203) – теоретическая модель бесконечно короткого импульса с бесконечно большой амплитудой; при этом площадь такого импульса равна 1.

Детектирование (демодуляция) (456) – процесс преобразования модулированного высокочастотного сигнала в колебание, форма которого воспроизводит низкочастотный модулирующий сигнал.

Диапазон сигнала динамический (29) – отношение наибольшей мгновенной мощности передаваемого сигнала к наименьшей мощности, которую необходимо отличать от нулевой мощности при заданном качестве передачи информации.

Диапазон частот динамический (32) – отношение максимальной частоты в спектре сигнала к минимальной.

Дисперсия (307) – зависимость какого-либо параметра колебания от частоты.

Добротность (378) – безразмерная величина, равная отношению энергии, запасенной в колебательной системе, к энергии, теряемой системой за один период колебаний.

Добротность контура (378) – безразмерная величина, характеризующая способность колебательного контура поддерживать колебания.

Дюамеля интеграл (интеграл наложения) (366) – свертка входного сигнала линейной системы со своей импульсной характеристикой, в результате чего получается выходной сигнал.

Индекс частотной модуляции (или девиация фазы) (234) – максимальное отклонение фазы от текущей фазы  $\omega t$  несущего колебания.

Колебательный контур (377) – цепь, состоящая из сопротивления  $R$ , индуктивности  $L$  и емкости  $C$ : при последовательном соединении элементов контур называется последовательным (377), при параллельном соединении – параллельным (379).

Коэффициент или глубина амплитудной модуляции (220) – максимальное отклонение амплитуды АМ-сигнала от амплитуды несущего колебания.

Коэффициент гармоник (393) – соотношение, характеризующее уровень нелинейных искажений усиливаемого сигнала.

Модуляция (218) – изменение какого-либо параметра колебания в соответствии с некоторым законом: модуляция называется амплитудной (218), если изменению подвергается амплитуда колебания; модуляция называется угловой (234), если меняется мгновенная фаза несущего колебания; угловая модуляция подразделяется на частотную – когда меняется частота несущего колебания; или фазовую (238) – когда происходит изменение начальной фазы колебания.

Огибающая (197) – воображаемая линия, которая «огibtает» сигнал по его амплитудным значениям и имеет смысл максимальных значений его мгновенной амплитуды.

Отношение сигнал/шум (78) – отношение величины полезного сигнала к уровню шума.

Парсеваля равенство (201) – интегральное соотношение, связывающее квадрат функции, описывающей сигнал, со спектральной плотностью этого сигнала.

Перемодуляция (221) – искажения АМ-сигнала в случае, когда коэффициент модуляции больше единицы.

Полоса пропускания (423) – область частот, в которой фильтры обладают малым ослаблением (затуханием).

Полоса заграждения (подавления) (423) – область частот, в которой фильтры существенно ослабляют входной сигнал.

Преобразование частоты (69) – линейный перенос (смещение, трансформация, гетеродинирование, транспонирование) спектра модулированного сигнала (а также любого радиосигнала) из области несущей частоты в область промежуточной частоты (или с одной несущей частоты на другую, в том числе, и на более высокую) без изменения вида или характера модуляции.

Режим работы транзистора – бывает активным (386), ключевым (386), насыщения (386),

отсечки (386), холостого хода (386).

Ряд Фурье (181) – последовательный ряд синусоидальных функций с дискретными частотами – от самой низкой, основной или главной частоты, и далее с частотами, вдвое, втрое и т. д. выше (т. е.ратно превышающими) основной частоты.

Разложение в ряд Фурье (181) – представление произвольного электрического сигнала в виде бесконечной суммы гармонических функций.

Свертка сигналов (366) – интегральное соотношение, связывающее функции, описывающие каждый из сигналов.

Сигнал (9) – функция времени, описывающая изменение напряжения или тока. Сигнал может быть амплитудно-модулированным (218), аналоговым (непрерывным) (160), детерминированным (160), дискретным (160), импульсным (160), непериодическим (160), периодическим (160), цифровым (160).

Сигнал узкополосный (160) – сигнал, спектр которого сосредоточен в окрестности частоты  $\omega_0$ .

Сопrotивление характеристическое контура (378) – реактивное сопротивление индуктивности или емкости на частоте резонанса.

Спектр – графическое представление разложения произвольного сигнала в ряд Фурье.

Транзистор (386) – полупроводниковый прибор с двумя *p-n* переходами и тремя электродами. Транзисторы бывают биполярными (386), полевыми (395).

Угол отсечки (445) – значение фазового угла (в радианах или градусах), при котором ток изменяется от максимального значения до нуля.

Усилитель (385) – электронное устройство, предназначенное для увеличения мощности входных электрических колебаний с сохранением их формы и частоты за счет использования энергии внешнего источника питания. Усилители бывают резисторными и резонансными (290), по конструкции различают усилители с общей: базой (419), затвором (395), истоком (395), коллектором (эмиттерный повторитель) (419), стоком (истоковый повторитель) (395), эмиттером (419).

Фаза колебания – величина, характеризующая изменение сигнала с течением времени. Различают фазу: мгновенную (214), начальную (214), полную (214).

Фильтр – вид линейной цепи (четырёхполюсник), предназначенной для выделения (пропускания) или подавления (ослабления) сигналов с заданным спектром частот. Различают фильтры: верхних частот (423), нижних частот (423), полосовой (423), режекторный (заграждающий) (423).

Фурье преобразование (193) – инструмент спектрального анализа непериодических (импульсных) сигналов. Различают прямое (194) и обратное (194) преобразование Фурье.

Характеристика – графическое представление зависимости параметров системы от време-

ни, частоты или друг от друга. Примеры характеристики: амплитудная (392), амплитудно-фазовая (74), амплитудно-частотная (74), вольтамперная (387), фазо-частотная(370).

Импульсная характеристика линейной цепи (системы) (367) – реакция системы на поданную на вход цепи дельта-функцию.

Переходная характеристика (367) – отклик линейной цепи на поданную на вход цепи единичную функцию.

Цепь дифференцирующая (372) – последовательная электрическая RC-цепь, которая при определенных условиях дифференцирует входной сигнал, т.е. сигнал на выходе представляет собой дифференциал от входного сигнала.

Цепь интегрирующая цепь (374) – последовательная электрическая RC-цепь, которая при определенных условиях интегрирует входной сигнал, т.е. сигнал на выходе представляет собой интеграл от входного сигнала.

Частота комбинационная (469) – частота, представляющая линейную комбинацию частоты сигнала и частоты гетеродина.

Частот промежуточная частота (467) – частота на выходе параметрического смесителя после воздействия на него частоты сигнала и частоты гетеродина.

Частота резонансная контура (377) – частота  $\omega_0$ , на которой реактивная составляющая входного сопротивления равна нулю.

Четырехполюсник (356) – электрическая цепь, имеющая четыре внешних вывода: два входных вывода и два выходных вывода.

Ширина спектра (197) – разность между самой высокой и самой низкой частотой в спектре сигнала.

Электрическое колебание (61) – изменение во времени напряжения, тока, заряда или мощности в электрических цепях.

## СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

(Дается в соответствии с книгой: *Нефедов В.И., Сигов А.С. Основы радиоэлектроники и связи: Учебное пособие / Под ред. В.И. Нефедова. – М.: Высшая школа, 2009. – 735 с.*)

**Автогенератор** 476

- условия самовозбуждения 477

**Базис** 140

- ортогональный 140

- ортонормированный 140

**Гармоника** 184

- высшая 184

- основная(первая)184

**Дельта-функция** (Дирака) 203

- спектральная плотность 204

- фильтрующее свойство 204
- Демодулятор** 69
- Детектор** 69
  - амплитудный 69
  - диодный 457
  - входное сопротивление 457
  - квадратичный 457
  - линейный 457
- Детектирование** (демодуляция) 456
- Диаграмма**
  - векторная 221
  - – АМ-сигнала 221
  - – ЧМ-сигнала 236
  - спектральная 182
- Диапазон** 32
  - волн 32
  - частот 32
  - динамический 29
  - – сигнала 29
- Дисперсия** 307
- Добротность** 378
  - контура 378
- Импульс** 87
  - прямоугольный 87
- Индекс модуляции**
  - амплитудной 220
  - частотной 234
  - фазовой 236
- Интеграл свертки** 366
- Колебание**
  - несущее 61
- Контур** 377
  - добротность 378
  - параллельный 379
  - последовательный 377
- Коэффициент**
  - амплитудной модуляции 220
  - гармоник 393
- Модуляция** 218
  - амплитудная 218
  - однотоновая 220
  - угловая 234
  - фазовая 238
- Обратная связь** 402
  - глубокая 247
  - отрицательная 402
  - положительная 404
- Огибающая** 197
  - АМ-сигнала 225
  - физическая 278

- комплексная 278
- Отношение сигнал/шум** 78
- Перемодуляция** 221
- Полоса**
  - заграждения 423
  - пропускания 423
- Радиоимпульс** 30, 115
- Режим**
  - активный 386
  - ключевой 386
  - насыщения 386
  - отсечки 386
  - покоя 289
  - холостого хода 386
- Свертка** 366
  - сигналов 366
- Сигнал** 9
  - амплитудно-модулированный 218
  - аналоговый (непрерывный) 160
  - детерминированный 160
  - дискретный 160
  - импульсный 160
  - непериодический 160
  - периодический 160
  - цифровой 160
- Сопротивление**
  - характеристическое контура 378
- Спектр**
  - АМ-сигнала 219
  - периодического сигнала 195
  - ЧМ-сигнала 236
  - энергетический 215
- Транзистор**
  - биполярный 386
  - полевой (униполярный) 395
- Угол отсечки** 445
- Усилитель** 385
  - резонансный 263, 290
  - с общей
    - базой 419
    - затвором 395
    - истоком 395
    - коллектором (эмиттерный повторитель) 419
    - стоком (истоковый повторитель) 395
    - эмиттером 419
- Фаза**
  - мгновенная 214
  - начальная 214
  - полная 214
- Фильтр**

- верхних частот 423
- нижних частот 423
- полосовой 423
- режекторный (заграждающий) 423

### **Фурье**

- преобразование 193
- – обратное 194
- – прямое 194

### **Характеристика**

- амплитудная 392
- амплитудно-фазовая 74
- амплитудно-частотная 74
- вольтамперная 387
- импульсная 367
- фазо-частотная 370

### **Цепь**

- дифференцирующая 372
- интегрирующая 374
- линейная 353
- нелинейная 354

### **Частота**

- комбинационная 469
- круговая (угловая) 162
- несущая 30
- промежуточная 69, 467
- резонансная 377, 432

### **Четырехполюсник 356**

### **Ширина спектра 197**

### **Электрическое колебание 61**

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Гармонический анализ периодических сигналов.
2. Спектры периодических сигналов:
  - а) прямоугольный видеоимпульс;
  - б) прямоугольный радиоимпульс;
  - в) экспоненциальный импульс;
  - г) гауссов импульс.
3. Корреляционный анализ детерминированных сигналов.
4. Свертка сигналов.
5. Амплитудно-импульсная модуляция.
6. Методы анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи.
7. Одиночный колебательный контур и его основные характеристики.
8. Связанные колебательные контуры.
9. Эквивалентные схемы четырехполюсников.
10. Каскадное соединение четырехполюсников.

#### **Вопросы для контроля**

1. Обобщённая структурная схема линии радиосвязи (приёмник, передатчик, передающая среда). Диапазон частот, используемый в радиотехнике.
2. Сигналы: определение, классификация и основные характеристики. Детерминированные колебания. Понятие о спектре сигнала.

3. Гармонические процессы. Негармонические периодические процессы. Тригонометрическая и комплексная формы ряда Фурье. Смысл комплексных амплитуд.
4. Непериодические процессы. Представление непериодического процесса интегралом Фурье. Примеры.
5. Эффективная длительность сигнала и ширина его спектра. Связь между ними. Примеры некоторых характеристик сигналов.
6. Радиосигнал при амплитудной модуляции и его спектр. Векторная диаграмма амплитудной модуляции.
7. Радиосигнал при угловой (частотной и фазовой) модуляции и его спектр. Векторная диаграмма при частотной модуляции.
8. Линейные элементы электрических цепей. Воздействие гармонического напряжения на линейные элементы.
9. Применение принципа суперпозиции к линейным электрическим цепям.
10. Линейный четырёхполюсник. Коэффициент передачи линейного четырёхполюсника.
11. RC-цепи. Прохождение скачка напряжения через дифференцирующую цепь.
12. Коэффициент передачи интегрирующей RC-цепи. Прохождение скачка напряжения через интегрирующую цепь.
13. Резонансный последовательный колебательный контур. Частотная характеристика резонансного контура. Фазовая характеристика. Резонансная частота.
14. Собственные колебания резонансного контура. Резонансная частота и добротность колебательного контура.
15. Связанные колебательные контуры. Коэффициент передачи и полоса пропускания системы связанных контуров.
16. Цепное соединение четырёхполюсников. Коэффициент передачи и характеристическое сопротивление цепи T-образных звеньев.
17. Цепь П-образных четырёхполюсников. Коэффициент передачи, характеристическое сопротивление.

Руководитель направления 03.03.02

Директор института физических исследований и технологий, д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза