

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б4.Ч.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 59,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение способов описания и методов обработки радиотехнических сигналов.

### Задачи дисциплины

- изучение методов математического описания зондирующих сигналов и их характеристик;
- изучение методов анализа прохождения сигналов через линейные и нелинейные радиотехнические цепи в сочетании с пониманием физических процессов и явлений;
- изучение методов выделения сигналов из шумов и помех.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен осуществлять разработку и проектирование электронных схем приборов неразрушающего контроля	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует понимание принципов аппаратно-программного взаимодействия составляющих частей электронных устройств контрольно-измерительного оборудования, комплексов и систем	знать: - математические модели детерминированных, случайных и дискретных зондирующих сигналов и методы расчета их характеристик; - физические принципы и методы выделения зондирующих сигналов из шумов и помех.  уметь: - привлекать соответствующий математический аппарат для решения прикладных задач определения характеристик сигналов при прохождении через радиотехнические устройства; - проводить расчет статистических характеристик шумовых сигналов в электронных устройствах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Приборы и методы контроля качества и диагностики (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Сигналы и их характеристики	36	5	10	-	6	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сигналы и их характеристики"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сигналы и их характеристики и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сигналы и их характеристики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сигналы и их характеристики"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с. 7-77, 176-179 [2], с. 3-77</p>	
1.1	Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
1.2	Модулированные сигналы	10		2	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
1.3	Математическое представление дискретных сигналов	12		4	-	2	-	-	-	-	-	-	6		-
2	Анализ прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи	34		10	-	4	-	-	-	-	-	-	20		-
2.1	Прохождение сигналов через линейные цепи	14	4	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-		
2.2	Применение	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-		

	спектрального метода для решения задач УЗ дефектоскопии												заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с. 78-107
2.3	Преобразование сигналов в нелинейных цепях	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
3	Выделение сигналов из шумов и помех	37.7	12	-	6	-	-	-	-	-	19.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Выделение сигналов из шумов и помех" <b><u>Проведение исследований:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы:
3.1	Методы описания случайных процессов.	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Выделение сигналов из шумов и помех и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Выделение сигналов из шумов и помех" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.2	Источники шума в радиотехнических устройствах.	9.7	2	-	2	-	-	-	-	-	5.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Выделение сигналов из шумов и помех" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с. 108-149 [3], с. 3-45, 74-84
3.3	Спектральный метод анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи.	16	6	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
	Зачет	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7	-	
	Итого за семестр	108.0	32	-	16	-	-	-	-	0.3	59.7	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Сигналы и их характеристики

#### 1.1. Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов

Математические модели детерминированных сигналов. Классификация сигналов. Принцип динамического представления сигналов. Элементарные сигналы. Ортогональные сигналы и обобщенные ряды Фурье. Периодические сигналы. Ряд Фурье в базисе тригонометрических функций. Комплексная форма ряда Фурье. Спектральное представление непериодических сигналов. Спектральная плотность и ее свойства. Спектральная плотность неинтегрируемых сигналов. Спектральная плотность радиоимпульса. Обобщенная формула Релея. Энергетический спектр, его свойства. Взаимный энергетический спектр. Корреляционный анализ сигналов. Автокорреляционная функция, ее связь с энергетическим спектром. Взаимно корреляционная функция. Сигналы Баркера. Понятие о корреляционной обработке сигналов.

#### 1.2. Модулированные сигналы

Виды модуляции сигналов. Сигналы с амплитудной модуляцией (АМ) и их характеристики. Сигналы с угловой модуляцией. Фазовая модуляция (ФМ) и частотная модуляция (ЧМ). Девиация частоты и индекс угловой модуляции. Спектры сигналов с угловой модуляцией. Практическая ширина спектра. Понятие о сложномодулированных сигналах. Фазоманипулированные сигналы и импульсы с линейной частотной модуляцией, их характеристики. Сплит-сигналы.

#### 1.3. Математическое представление дискретных сигналов

Обобщенный ряд Фурье. Теорема В.А.Котельникова. Дискретизация сигналов с ограниченным спектром. Спектры дискретных сигналов. Восстановление непрерывных сигналов из дискретных. Ошибки дискретизации и восстановления сигналов. Дискретизация сигналов в спектральной области. Число степеней свободы сигнала. Дискретное преобразование Фурье, его свойства. ДПФ циклической свертки. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его структура и модификации. Использование БПФ в инженерных расчетах. Применение БПФ для цифровой обработки сигналов.

### 2. Анализ прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи

#### 2.1. Прохождение сигналов через линейные цепи

Методы анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи: спектральный метод, метод интеграла Дюамеля, метод преобразования Лапласа; их сравнительная характеристика. Условия неискаженного прохождения сигналов через линейные цепи. Линейные электрические фильтры.

#### 2.2. Применение спектрального метода для решения задач УЗ дефектоскопии

Искажения сигналов при прохождении через простые и мозаичные пьезопреобразователи. Искажения сигнала при прохождении через среду с частотно-зависимым затуханием.

#### 2.3. Преобразование сигналов в нелинейных цепях

Понятие нелинейной безынерционной системы. Спектральный состав тока при воздействии гармонического сигнала на нелинейный безынерционный элемент. Нелинейные устройства. Амплитудное детектирование. Синхронное детектирование.

### 3. Выделение сигналов из шумов и помех

#### 3.1. Методы описания случайных процессов.

Статистические характеристики случайных процессов. Стационарность и эргодичность.. Корреляционная и взаимно корреляционная функции.. Спектральная плотность мощности (СПМ) случайных сигналов и её свойства. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума и шума с ограниченным спектром.. Методы экспериментального определения статистических характеристик эргодических процессов..

#### 3.2. Источники шума в радиотехнических устройствах.

Тепловой шум резисторов.. Дробовой шум электронных приборов.. Источники шума в полупроводниковых приборах.

#### 3.3. Спектральный метод анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи.

Воздействие белого и коррелированного шума на линейные цепи. Шумовая полоса пропускания цепи.. Понятие отношения сигнал/шум. Накопление сигналов.. Согласованные фильтры для выделения сигналов известной формы. Квазиоптимальные фильтры.. Выделение сигналов на фоне коррелированных помех.. Некоторые вопросы пространственно-временной обработки сигналов..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Спектры периодических сигналов;
2. Спектральные плотности и корреляционные функции импульсных сигналов;
3. Прохождение импульсов через линейные цепи;
4. Прохождение модулированных сигналов через избирательные цепи;
5. Определение амплитуд гармоник при нелинейных преобразованиях сигналов;
6. Статистические характеристики случайных процессов;
7. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности случайных процессов;
8. Воздействие случайных сигналов на линейные цепи. Фильтрация сигналов.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сигналы и их характеристики"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Анализ прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Выделение сигналов из шумов и помех"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
<b>Знать:</b>					
физические принципы и методы выделения зондирующих сигналов из шумов и помех	ИД-3ПК-2			+	Контрольная работа/Контрольная работа «Выделение сигналов из шумов и помех»
математические модели детерминированных, случайных и дискретных зондирующих сигналов и методы расчета их характеристик	ИД-3ПК-2	+			Контрольная работа/Контрольная работа «Характеристики детерминированных сигналов»
<b>Уметь:</b>					
проводить расчет статистических характеристик шумовых сигналов в электронных устройствах	ИД-3ПК-2			+	Контрольная работа/Контрольная работа «Статистические характеристики шумовых сигналов»
привлекать соответствующий математический аппарат для решения прикладных задач определения характеристик сигналов при прохождении через радиотехнические устройства	ИД-3ПК-2		+		Контрольная работа/Контрольная работа «Прохождение сигналов через линейные цепи»

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **5 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Выделение сигналов из шумов и помех» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Прохождение сигналов через линейные цепи» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Статистические характеристики шумовых сигналов» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа «Характеристики детерминированных сигналов» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Зачет (Семестр №5)

В приложение к диплому выносятся оценка за 6 семестр.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Качанов В.К. , Карташев В.Г. , Соколов И.В. , Шалимова Е. В.- "Методы обработки сигналов в ультразвуковой дефектоскопии", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (220 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72238](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72238);
2. Карташев, В. Г. Основы теории сигналов : Учебное пособие по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы", по направлению "Радиотехника" / В. Г. Карташев, Г. В. Жихарева, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 80 с. - ISBN 5-7046-0878-7 .;
3. Карташев, В. Г. Основы теории случайных процессов : учебное пособие по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы" по направлению "Радиотехника" / В. Г. Карташев, Е. В. Шалимова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 88 с. - ISBN 5-7046-1197-4 ..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. MathCad;
5. Matlab;
6. Майнд Видеоконференции;
7. LabView.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-310, Учебная лаборатория	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-400/1, Учебная аудитория каф. "ЭИ"	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, стенд лабораторный, сменные запчасти для ЭВМ
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-310, Учебная лаборатория	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-306/1, Кабинет сотрудников	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы радиотехники

(название дисциплины)

#### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа «Характеристики детерминированных сигналов» (Контрольная работа)  
 КМ-2 Контрольная работа «Прохождение сигналов через линейные цепи» (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа «Статистические характеристики шумовых сигналов» (Контрольная работа)  
 КМ-4 Контрольная работа «Выделение сигналов из шумов и помех» (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Сигналы и их характеристики					
1.1	Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов		+			
1.2	Модулированные сигналы		+			
1.3	Математическое представление дискретных сигналов		+			
2	Анализ прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи					
2.1	Прохождение сигналов через линейные цепи			+		
2.2	Применение спектрального метода для решения задач УЗ дефектоскопии			+		
2.3	Преобразование сигналов в нелинейных цепях			+		
3	Выделение сигналов из шумов и помех					
3.1	Методы описания случайных процессов.				+	
3.2	Источники шума в радиотехнических устройствах.				+	+
3.3	Спектральный метод анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи.					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25