

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

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

Москва 2020

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 _{ПК-2} 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Сигналы и их характеристики"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Сигналы и их характеристики и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Сигналы и их характеристики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сигналы и их характеристики"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Выделение сигналов из шумов и помех" <u>Проведение исследований:</u> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется следующие материалы: |
| 3.1 | Методы описания случайных процессов. | 12 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 6 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Выделение сигналов из шумов и помех и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> 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 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Выделение сигналов из шумов и помех" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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 | |
| Знать: | | | | | |
| 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» |
| Уметь: | | | | | |
| 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;
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
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 |