Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 04.10.2023 14:59:04
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«16» февраля 2023г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Радиофизика

Направление подготовки
**11.03.01 Радиотехника**

Профиль
**Интеллектуальная радиоэлектроника и промышленный интернет вещей**

Квалификация
**Бакалавр**

Формы обучения
**очная, заочная**

Москва, 2023 г.

**Разработчик(и):**

Преподаватель
кафедры «Автоматика и управление» /Г.О. Буянов/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор /А.А. Радионов/

# Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 5
3 Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ..... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ..... 7
3.3 Содержание дисциплины ..... 8
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ..... 9
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ..... 10
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 10
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ..... 10
4.2 Основная литература ..... 10
4.3 Дополнительная литература ..... 10
4.4 Электронные образовательные ресурсы ..... 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ..... 11
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ..... 11
5 Материально-техническое обеспечение ..... 11
6 Методические рекомендации ..... 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ..... 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 12
7 Фонд оценочных средств ..... 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ..... 13
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ..... 14
7.3 Оценочные средства ..... 18

# 1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью преподавания данной дисциплины является создание научной (теоретической) базы для последующего изучения различных специальных дисциплин, связанных с изучением различных радиофизических устройств.

Задачи изучения дисциплины заключаются в освоении теории физических явлений, положенных в основу создания и функционирования различных радиофизических устройств, а также в привитии практических навыков использования методов анализа и расчёта радиофизических устройств и для решения широкого круга задач.

Обучение по дисциплине «Радиофизика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** | **Наименование показателя оценивания** |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности | ИОПК-1.1 Понимает фундаментальные законы природы; основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации;<br>ИОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;<br>ИОПК-1.3 Использует знания естественных наук и математики при решении практических задач. | **Знать:** основные понятия и законы радиофизики, а также принцип работы радиофизических устройств.<br>**Уметь:** выявлять физическую сущность явлений и процессов в различные радиофизические устройствах и выполнять применительно к ним технические расчёты<br>**Владеть:** методами расчета радиофизических устройств |
| ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | ИОПК-2.1 Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований;<br>ИОПК-2.2 Выбирает эффективную методику экспериментальных исследований;<br>ИОПК-2.3 Проводит экспериментальные исследования, обрабатывает и представляет полученные данные. | **Знать:** Лабораторных исследований, работы с основными измерительными приборами, работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов<br>**Уметь:** проводить экспериментальные исследования в области радиофизики, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов.<br>**Владеть:** навыками лабораторных исследований, навыками |

| | | |
|---|---|---|
| | | работы с основными измерительными приборами, навыками работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов |

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Генерирование и формирование импульсов;
Линейная алгебра;
Математический анализ;
Прием и обработка сигналов;
Радиоматериалы и радиокомпоненты;
Радиотехнические системы;
Радиотехнические цепи и сигналы;
Специальные главы математики;
Устройства СВЧ и антенны;
Физика;
Химия;
Электродинамика и распространение радиоволн.

## 3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 3 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **72** | **72** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 18 | 18 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 18 | 18 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **72** | **72** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Подготовка отчетов по лабораторным работам | 18 | 18 |
| 2.2 | Подготовка к контрольным работам | 18 | 18 |
| 2.3 | Работа с конспектом лекций | 18 | 18 |
| 2.4 | Подготовка к экзамену | 18 | 18 |
| | | | |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | экзамен |
| | **Итого** | **144** | **144** |

3.1.2 Заочная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры |
|---|---|---|---|
| | | | 3 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **16** | **16** |
| | В том числе: | | |
| 1.1 | Лекции | 4 | 4 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 4 | 4 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 8 | 8 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **128** | **128** |
| | В том числе: | | |
| 2.1 | Подготовка отчетов по лабораторным работам | 48 | 48 |
| 2.2 | Подготовка к контрольным работам | 16 | 16 |
| 2.3 | Работа с конспектом лекций | 16 | 16 |
| 2.4 | Подготовка к экзамену | 48 | 48 |
| | | | |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | Экзамен |
| | **Итого** | **144** | **144** |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | **Раздел 1. Введение в радиофизику** | **32** | **4** | **4** | **8** | **0** | **16** |
| 1.1 | Тема 1. Повторение основ электромагнетизма и постоянного тока. | | 2 | 2 | 4 | | 8 |
| 1.2 | Тема 2. Сигнал и методы его описания | | 2 | 2 | 4 | | 8 |
| 2 | **Раздел 2. Линейные системы** | **32** | **4** | **4** | **8** | **0** | **16** |
| 2.1 | Тема 1. Преобразование сигнала в линейных системах | | 2 | 2 | 4 | | 8 |
| 2.2 | Тема 2. Передача сигналов | | 2 | 2 | 4 | | 8 |
| 3 | **Раздел 3. Нелинейные системы** | **40** | **5** | **5** | **10** | **0** | **20** |
| 3.1 | Тема 1. Нелинейный двуполюсник. Диоды. | | 3 | 3 | 6 | | 12 |
| 3.2 | Тема 2. Волноводные системы | | 2 | 2 | 4 | | 8 |
| 4 | **Раздел 4. Шумы в радиофизических системах.** | **40** | **5** | **5** | **10** | **0** | **20** |
| 4.1 | Тема 1. Источники шумов | | 3 | 3 | 6 | | 12 |
| 4.2 | Тема 2. Волны на плоской границе раздела двух сред. | | 2 | 2 | 4 | | 8 |
| | **Итого** | **144** | **18** | **18** | **36** | | **72** |

3.2.2 Заочная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1 | **Раздел 1. Введение в радиофизику** | **28** | **1** | **1** | **2** | **0** | **24** |
| 1.1 | Тема 1. Повторение основ электромагнетизма и постоянного тока. | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 12 |
| 1.2 | Тема 2. Сигнал и методы его описания | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 12 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | **Раздел 2. Линейные системы** | **28** | **1** | **1** | **2** | **0** | **24** |
| 2.1 | Тема 1. Преобразование сигнала в линейных системах | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 12 |
| 2.2 | Тема 2. Передача сигналов | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 12 |
| 3 | **Раздел 3. Нелинейные системы** | **44** | **1** | **1** | **2** | **0** | **40** |
| 3.1 | Тема 1. Нелинейный двуполюсник. Диоды. | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 24 |
| 3.2 | Тема 2. Волноводные системы | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 16 |
| 4 | **Раздел 4. Шумы в радиофизических системах.** | **44** | **1** | **1** | **2** | **0** | **40** |
| 4.1 | Тема 1. Источники шумов | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 24 |
| 4.2 | Тема 2. Волны на плоской границе раздела двух сред. | | 0.5 | 0.5 | 1 | | 16 |
| **Итого** | | **144** | **4** | **4** | **8** | | **128** |

### 3.3 Содержание дисциплины

**Раздел 1. Введение в радиофизику.**

**Тема 1.** Повторение основ электромагнетизма и постоянного тока: электромагнитная индукция, токи при замыкании и размыкании цепи, способы вычисления индукции, электромагнитные волны, волновое уравнение, электростатика, постоянный ток.

**Тема 2.** Сигнал и методы его описания: спектральный анализ, спектры модулированных сигналов, временный метод представления сигнала.

**Раздел 2. Линейные системы.**

**Тема 1.** Преобразование сигнала в линейных системах: условие квазистационарности, простейшие линейные элементы, источник сигнала, метод комплексных амплитуд и спектральный метод.

**Тема 2.** Передача сигналов: воздействие сигнала на простейшие цепи, резонанс, добротность, емкостный датчик, трансформатор.

**Раздел 3. Нелинейные системы.**

**Тема 1.** Нелинейный двуполюсник: электронный транспорт в твердых телах, диоды, принцип работы полупроводникового диода, модуляция получение АМ сигнала, детектирование АМ сигнала, фазовое детектирование.

**Тема 2.** Волноводные системы. Распространение волн в волноводе. Дисперсия в волноводах. Типы волн в волноводах. Типы волноводов. Понятие резонатора. Типы резонаторов. Понятие фазовой и групповой скоростей. Устройства СВЧ диапазона.

**Раздел 4. Шумы в радиофизических системах.**

**Тема 1.** Источники шумов. Случайные процессы, основные источники шумов, шумы в усилителях сигнала, тепловой, дробовой, фликер шумы, основные характеристики шумов.

**Тема 2.** Отражение и преломление электромагнитных волн на плоской границе раздела двух сред. Граничные условия. Отражение и преломление плоских волн. Отражение при горизонтальной поляризации падающей волны. Отражение при вертикальной поляризации падающей волны. Влияние шероховатости отражающей поверхности.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

3.4.1.1 Очная форма обучения

Тема 1. Задачи по основам электромагнетизма и постоянного тока.
Тема 2. Сигнал и методы его описания
Тема 3. Преобразование сигнала в линейных системах.
Тема 4. Передача сигналов.
Тема 5. Нелинейный двуполюсник.
Тема 6. Волноводные системы
Тема 7. Источники шумов.
Тема 8. Отражение и преломление электромагнитных волн на плоской границе раздела двух сред

3.4.1.2 Заочная форма обучения

Тема 1. Задачи по основам электромагнетизма и постоянного тока. Сигнал и методы его описания
Тема 2. Преобразование сигнала в линейных системах. Передача сигналов.
Тема 3. Нелинейный двуполюсник. Волноводные системы.
Тема 4. Источники шумов. Отражение и преломление электромагнитных волн на плоской границе раздела двух сред

3.4.2 Лабораторные занятия

3.4.2.1 Очная форма обучения

Лабораторная работа 1. Исследование последовательного соединенного источника постоянного тока
Лабораторная работа 2. Стационарные процессы в линии передачи
Лабораторная работа 3. Цепи с нелинейным двухполюсником
Лабораторная работа 4. Свободные колебания и переходные процессы в цепях второго порядка.
Лабораторная работа 5. Исследование колебаний в резонансных цепях
Лабораторная работа 6. Исследование нелинейного резонансного усилителя и умножителя частоты
Лабораторная работа 7. Исследование автоколебательных систем
Лабораторная работа 8. Свободные колебания и переходные процессы в цепях первого порядка

3.4.2.2 Заочная форма обучения
Лабораторная работа 1. Стационарные процессы в линии передачи
Лабораторная работа 2. Цепи с нелинейным двухполюсником
Лабораторная работа 3. Свободные колебания и переходные процессы в цепях второго порядка.
Лабораторная работа 4. Свободные колебания и переходные процессы в цепях первого порядка

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

## 4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

### 4.2 Основная литература

1. Татаринов, В. Н. Спектры и анализ : учебно-методическое пособие / В. Н. Татаринов, С. В. Татаринов. — 2-е изд. — Москва : ТУСУР, 2012. — 323 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/10919 (дата обращения: 19.08.2023)

2. Гимпилевич, Ю. Б. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Ю. Б. Гимпилевич. — Севастополь : СевГУ, 2020. — 211 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/164926 (дата обращения: 19.08.2023).

3. Пасечников, И. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / И. И. Пасечников. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-00078-261-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/137567 (дата обращения: 19.08.2023).

4. Хоменко, И. В. Кварцевые резонаторы и генераторы : учебное пособие / И. В. Хоменко, А. В. Косых. — Омск : ОмГТУ, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-8149-2583-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149110 (дата обращения: 19.08.2023)

### 4.3 Дополнительная литература

1. Хоменко, И. В. Кварцевые резонаторы и генераторы : учебное пособие / И. В. Хоменко, А. В. Косых. — Омск : ОмГТУ, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-8149-2583-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149110 (дата обращения: 19.08.2023)

2. Буянов, Ю. И. Физика волновых процессов. Конспект лекций : учебное пособие / Ю. И. Буянов. — Томск : ТГУ, 2011. — 71 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/44956 (дата обращения: 19.08.2023)

3. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская. — 12-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 322 с. — ISBN 978-5-93208-520-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/172251 (дата обращения: 19.08.2023).

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Octave
3. Microsoft-Windows

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru
3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
6.ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

## 5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Специализированная аудитория для проведения лабораторных работ. Оборудование и аппаратура: осциллографы, комплект типового лабораторного оборудования "Основы электроники"; ОЭ1-С-Р (стендовое исполнение, ручная версия).
3. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

## 6 Методические рекомендации

### 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям. При подготовке к лабораторным и практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов. В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии. В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию. Методика преподавания дисциплины «Радиофизика» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных

навыков обучающихся: – подготовка к выполнению и защита практических и лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения; – защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ; – технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях. Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

### 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

## 7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- контрольные работы;
- экзамены.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | Наименование компетенции выпускника |
|---|---|
| ОПК-1. | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности |
| ОПК-2. | Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных |

### 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Радиофизика»

| № п/п | Вид контроля результатов обучения | Наименование контроля результатов обучения | Краткая характеристика контроля результатов обучения |
|---|---|---|---|
| 1 | Текущий | Контрольная работа | Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Контрольная работа состоит из трёх заданий по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов. |
| 2 | Текущий | Лабораторная работа | Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса) |
| 3 | Промежуточный | Экзамен | Итоговая аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут). К итоговой аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Радиофизика» (выполнили и успешно защитили лабораторные, контрольные работы) |

### 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:**<br>- основные понятия и законы радиофизики, а также принцип работы радиофизических устройств;<br>- лабораторных исследований, работы с основными измерительными приборами, работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия и законы радиофизики, а также принцип работы радиофизических устройств;<br>- лабораторных исследований, работы с основными измерительными приборами, работы с компьютерной техникой и | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия и законы радиофизики, а также принцип работы радиофизических устройств;<br>- лабораторных исследований, работы с основными измерительными приборами, работы с компьютерной техникой и программами для | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия и законы радиофизики, а также принцип работы радиофизических устройств;<br>- лабораторных исследований, работы с основными измерительными приборами, работы с компьютерной техникой и программами для | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:<br>- основные понятия и законы радиофизики, а также принцип работы радиофизических устройств;<br>- лабораторных исследований, работы с основными измерительными приборами, работы с компьютерной |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | программами для радиофизических расчётов. | радиофизических расчётов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | радиофизических расчётов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | техникой и программами для радиофизических расчётов. Свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| **уметь**:<br>- проводить экспериментальные исследования в области радиофизики, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов;<br>- выявлять физическую сущность явлений и процессов в различные радиофизические устройствах и выполнять применительно к ним технические расчёты. | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:<br>- проводить экспериментальные исследования в области радиофизики, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов;<br>- выявлять физическую сущность явлений и процессов в различные радиофизические устройствах и выполнять применительно к ним технические расчёты. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:<br>- проводить экспериментальные исследования в области радиофизики, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов;<br>- выявлять физическую сущность явлений и процессов в различные радиофизические устройствах и выполнять применительно к ним технические расчёты.<br>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:<br>- проводить экспериментальные исследования в области радиофизики, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов;<br>- выявлять физическую сущность явлений и процессов в различные радиофизические устройствах и выполнять применительно к ним технические расчёты.<br>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:<br>- проводить экспериментальные исследования в области радиофизики, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять компьютерную технику для выполнения технических расчётов;<br>- выявлять физическую сущность явлений и процессов в различные радиофизические устройствах и выполнять применительно к ним технические расчёты.<br>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **владеть:**<br>- методами расчета радиофизических устройств;<br>- навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными измерительными приборами, навыками работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет<br>- методами расчета радиофизических устройств;<br>- навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными измерительными приборами, навыками работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов. | Обучающийся в недостаточной степени владеет:<br>- методами расчета радиофизических устройств;<br>- навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными измерительными приборами, навыками работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов.<br>Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет:<br>- методами расчета радиофизических устройств;<br>- навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными измерительными приборами, навыками работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов.<br>Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет:<br>- методами расчета радиофизических устройств;<br>- навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными измерительными приборами, навыками работы с компьютерной техникой и программами для радиофизических расчётов.<br>Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

**Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена**

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, |

| | |
|---|---|
| | предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

**Шкала оценивания текущего контроля**

| **Наименование контроля результатов обучения** | **Шкала оценивания** | **Описание** |
|---|---|---|
| Выполнение и защита лабораторной работы по теме раздела | Зачтено: набрано 2 и более баллов<br>Незачтено: набрано 1 и менее баллов<br><br>Критерии оценивания<br>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей:<br>- приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл<br>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл<br>- оформление работы соответствует требованиям – 1 балл | В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты, подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие лабораторную работу к защите не допускаются |
| Контрольная работа по теме раздела | Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки | Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из задач, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа. |

| | | |
|---|---|---|
| | Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.<br>Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.<br>Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены. | |

### 7.3 Оценочные средства

#### 7.3.1 Текущий контроль

***Типовые задачи по контрольной работе***

***Типовые задачи по контрольной работе № 1 на тему «Введение в радиофизику»***

Задача 1. Плоскость z = 0 равномерно заряжена с поверхностной плотностью 0,2 нКл/м2, а плоскость z =1м— с плотностью –0,2 нКл/м2. Абсолютная диэлектрическая проницаемость среды равна ε0. Определите векторы E и D во всем пространстве.

Задача 2. Запишите выражение для вектора напряженности магнитного поля Ht, имеющего линейную поляризацию в плоскости XOZ. Колебания вектора H происходят с амплитудой 10 мА/м вдоль прямой, наклоненной под углом 30 градусов к оси z и углом 60 градусов к оси x. При t = 0 проекция Hz = 5 мА/м. Частота колебаний 2 ГГц.

Задача 3. В некоторой точке пространства заданы комплексные амплитуды векторов электромагнитного поля:

$\dot{\bar{E}} = 0{,}5e^{-j\pi/6}\bar{1}_x$, В/м; $\dot{\bar{H}} = 0{,}8e^{-j\pi/3}\bar{1}_y + 1{,}2e^{-j\pi/4}\bar{1}_z$, мА/м.

Определить среднее значение вектора Пойнтинга.

***Типовые задачи по контрольной работе № 2 на тему «Линейные системы»***

Задача. Линия передачи электроэнергии без потерь длиной $l = 225$ км имеет следующие параметры: $L_0 = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ Гн/км, $C_0 = 10 \cdot 10^{-9} = 10^{-8}$ Ф/км, $\dot{E} = 100$ кВ, $f = 10^3$ Гц. Сопротивления $R_T = 50$ Ом, $Z_2 = 800$ Ом. Для каждого из четырех режим (х.х; к.з; согласованный режим и линия нагружена на активное сопротивление), определить:

1) Входное сопротивление линии $Z_{ex}$.
2) Напряжение и ток в начале и в конце линии.
3) Активную мощность в нагрузке, к.п.д. линии.
4) Построить графики распределения мгновенного значения напряжения вдоль линии для двух моментов времени: когда напряжение в конце линии максимально и спустя $\frac{1}{6}$ период.
5) Построить графики распределения действующих напряжений и токов вдоль линий.

***Типовые задачи по контрольной работе № 3 на тему «Нелинейные системы»***

Задача 1. Собственные шумы на выходе аналогового усилителя с коэффициентом усиления по напряжению KU = 100 составляют, Uш вых = 0,1В. Допустимое отношение сигнал/шум на выходе γвых = 20. Минимальный сигнал на входе Uc вх min = 0,00001В. Определить допустимое отношение сигнал/шум на входе усилителя и требуемый коэффициент шума усилителя.

Задача 2. Собственные шумы на выходе аналогового усилителя с коэффициентом усиления по напряжению KU = 100 составляют, Uш вых = 0,1В. Допустимое отношение сигнал/шум на выходе γвых = 10. Коэффициент шума усилителя Nш = 5. Определить допустимый уровень внешнего шума на входе усилителя, если амплитуда минимального входного сигнала составляет 0,05 В.

Задача 3. Отношение сигнал/шум на входе аналогового устройства γвх = 40, коэффициент шума устройства Nш = 5. Напряжение сигнала на выходе устройства Uc вых = 0,2В. Определить уровень шума на выходе устройства.

***Типовые задачи по контрольной работе № 4 на тему «Волноводные системы»***

Задача 1. Определить, какие типы волн могут распространяться в прямоугольном волноводе сечением 165х83 мм на частоте 1.36 ГГц. Волновод заполнен:а) воздухом: б) диэлектриком с 2.5.

Задача 2. Определить, какие типы волн могут распространяться в заполненном воздухом прямоугольном волноводе сечением 35 на 16 мм на частоте 11 ГГц. Какая частота колебаний соответствует середине частотного диапазона одноволнового режима (см примечание)?

Примечание. Середина диапазона в логарифмическом масштабе по оси частот определяется как среднее геометрическое значение от крайних частот диапазона.

Задача 3. Определить диапазон частот, в котором в прямоугольном волноводе сечение 72 на 34 мм может распространяться только волна основного типа. Волновод заполнен воздухом.

Задача 4. В прямоугольном волноводе сечением 16 на 8 мм распространяется волна основного типа. Частота колебаний равна 11 ГГц. Определить относительную диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей волновод, если частота колебаний превышает критическую в 1.5 раза.

### *Типовые вопросы к защите лабораторных работ*

Лабораторная работа 1. Исследование последовательно соединенного источника питания

1. Как влияет индуктивность L1 на резонансную частоту?
2. Из чего состоит колебательный контур?
3. Если сопротивление колебательного контура равна нулю, то полная энергия электромагнитного поля

Лабораторная работа 2. Стационарные процессы в линии передач

1. Какой физический смысл имеет понятие волнового сопротивления?
2. Изобразите кривые распределения амплитуд напряжения и тока вдоль линии, нагруженной на волновое сопротивление; разомкнутой на конце; закороченной на конце.
3. Изобразите кривые распределения амплитуд напряжения и тока вдоль линии, нагруженной на емкость (индуктивность). Как изменится закон распределения, если емкость (индуктивность) увеличить (уменьшить)? При построении учтите, что на входе линии подключен источник ЭДС с постоянной амплитудой.

Лабораторная работа 3. Цепи с нелинейным двуполюсником.

1. В чем состоит метод расчета напряжений и токов в цепи, состоящей из последовательно соединенных источника постоянной ЭДС, безынерционного нелинейного двухполюсника и резистивной нагрузки?
2. Может ли вышеуказанный метод быть применен к нелинейной цепи, содержащей реактивные элементы? К нелинейной цепи, находящейся под воздействием переменного напряжения? Если да, то при каких условиях и каким образом?
3. Объясните принцип действия диодного выпрямителя (однополупериодного, двухполупериодного).
4. Выведите формулу для расчета среднего значения напряжения на выходе диодного выпрямителя (однополупериодного, двухполупериодного) при подаче на его вход гармонического напряжения с известной амплитудой.

Лабораторная работа 4. Свободные колебания и переходные процессы в цепях второго порядка.

1. В чем заключается качественное отличие свободных колебаний и переходных процессов в колебательной цепи (второго порядка) от соответствующих процессов в апериодической цепи?
2. Какими параметрами одиночного колебательного контура определяются частота свободных колебаний? Скорость затухания свободных колебаний?
3. Какие параметры одиночного колебательного контура можно определить по осциллограмме свободных колебаний? Как это сделать?

Лабораторная работа 5. Исследование колебаний в резонансных цепях

1. В чем отличие вынужденных колебаний от свободных?
2. Чем отличается резонансная частота колебательного контура
от частоты собственных колебаний?
3. Как определяются по резонансной кривой резонансная частота,

полоса пропускания и добротность контура?

Лабораторная работа 6. Исследование нелинейного резонансного усилителя и умножителя частоты

1. Схема модели резонансного усилителя с отсечкой тока?
2. Как выглядит АЧХ?
3. Свойства недонапряженного режима?

Лабораторная работа 7. Исследование автоколебательных систем

1. Чем автоколебания отличаются от вынужденных?
2. Приведите примеры автоколебаний.
3. Уравнение автоколебательных систем?

Лабораторная работа 8. Свободные колебания и переходные процессы в цепях первого порядка.

1. Дайте качественное объяснение характера наблюдавшихся в работе свободных колебаний и переходных процессов.

2. Как изменятся наблюдавшиеся в работе свободные колебания и переходные процессы, если увеличить вдвое сопротивление R1? Уменьшить вдвое емкость C4?

3. Как по осциллограмме свободных колебаний определить постоянную времени цепи?

4. Дайте определение понятий: импульсная характеристика линейной цепи; переходная характеристика линейной цепи.

5. Как, зная импульсную или переходную характеристику цепи, рассчитать реакцию этой цепи на очень короткий импульс произвольной формы? На прямоугольный импульс?

6. Как связаны импульсная и переходная характеристики цепи между собой? С комплексной передаточной функцией цепи? С операторной передаточной функцией цепи?

### 7.3.2 Промежуточная аттестация

***Вопросы к экзамену***

| | |
|---|---|
| 1. Волновое уравнение для электромагнитной волны. | ОПК-2 |
| 2. Плотность энергии электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. | ОПК-2 |
| 3. Уравнения Максвелла. Интегральная и дифференциальная форма. | ОПК-1 |
| 4. Правила Кирхгоффа. | ОПК -1 |
| 5. Сигнал и методы его описания. | ОПК-2 |
| 6. Ряд Фурье. Интеграл Фурье. | ОПК-2 |
| 7. Свойства преобразования Фурье. | ОПК-1 |
| 8. Спектры модулированных сигналов. | ОПК -1 |
| 9. Временной методы представления сигнала. | ОПК-2 |
| 10. Условия квазистационарности. | ОПК-2 |
| 11. Простейшие линейные системы. | ОПК-1 |
| 12. Источник сигнала. Теорема об эквивалентном генераторе. | ОПК -1 |
| 13. Метод комплексных амплитуд и спектральный метод. | ОПК-2 |
| 14. Характеристики линейных систем. | ОПК-2 |
| 15. Связь функций K(ω), h(t), g(t). | ОПК-1 |
| 16. Воздействие сигнала на простейшие RC и LR цепи. | ОПК -1 |
| 17. Резонанс. Действие электрических сигналов на LRC цепи. | ОПК-2 |
| 18. Добротность. Емкостной датчик. | ОПК-2 |
| 19. Связанные контуры. Трансформатор. | ОПК-1 |
| 20. Передача сигнала. Модель длинной линии. | ОПК -1 |
| 21. Дипольная антенна. | ОПК-2 |
| 22. Излучающие системы. Радиоинтеферометрия. | ОПК-2 |
| 23. Свойства и методы анализа нелинейных систем. | ОПК-1 |

| | |
|---|---|
| 24. Нелинейный двуполюсник. | ОПК -1 |
| 25. Диоды и их применение. Принцип работы полупроводникового диода. | ОПК-2 |
| 26. Модуляция. Получение АМ сигнала. Детектирование АМ сигнала. | ОПК-2 |
| 27. Модуляция. Фазовое детектирование. | ОПК-1 |
| 28. Модуляция. Частотное детектирование. Синхронное детектирование. | ОПК -1 |
| 29. Волноводные системы. Определение критической частоты. Типы. | ОПК-2 |
| 30. Дисперсия в волноводах. | ОПК-2 |
| 31. Резонатор. Определение резонатора. Типы резонаторов. | ОПК-1 |
| 32. Устройства СВЧ диапазона. | ОПК -1 |
| 33. Отражение и преломление волн | ОПК-2 |
| 34. Граничные условия. Влияние шероховатости. | ОПК-2 |
| 35. Отражение при горизонтальной поляризации. | ОПК-1 |
| 36. Отражение при вертикальной поляризации. | ОПК -1 |
| 37. Фазовая и групповая скорости | ОПК-2 |
| 38. Основные характеристики случайных процессов. | ОПК-2 |
| 39. Характеристики стационарного шума. | ОПК-1 |
| 40. Гауссовы шумы. | ОПК -1 |
| 41. Спектральная плотность мощности шума. | ОПК-2 |
| 42. Теорема Винера-Хинчина. Белый шум. | ОПК-2 |
| 43. Преобразование шумов в линейных цепях. | ОПК-1 |
| 44. Тепловой шум. | ОПК -1 |
| 45. Дробовой шум. | ОПК-2 |
| 46. Генерационно-рекомбинационный шум. Фликер-шум. | ОПК-2 |
| 47. Шумы в усилителях сигналов. | ОПК-1 |