**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сечненко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ВОЛНЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **2**
Семестр: **3, 4**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 3 семестр | 4 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 36 | 54 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | 36 | часов |
| Лабораторные занятия | 12 | 16 | 28 | часов |
| Курсовая работа | | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 60 | 128 | 188 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 252 | 360 | часов |
| | 3 | 7 | 10 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет | 3 |
| Экзамен | 4 |
| Курсовая работа | 4 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 70891

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины «Электромагнитные поля и волны» является освоение студентами основ теории электромагнитного поля; изучение особенностей структуры электромагнитных волн, распространяющихся в различных средах и направляющих системах; тенденций развития инфокоммуникационных технологий и систем связи, связанных с электромагнитным полем.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Основными задачами изучения дисциплины являются формирование у студентов знаний, навыков и умений, позволяющих проводить самостоятельный анализ электромагнитных процессов, происходящих в различных средах, собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов на основе электромагнитных явлений. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы как для осуществления поиска и анализа информации в области электродинамики, при проектировании средств и сетей связи, так и для грамотной эксплуатации телекоммуникационной аппаратуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 70891

| | | |
|---|---|---|
| ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационн ых систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования | ПК-2.1. Знает методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования | Знает основные уравнения электромагнитного поля, классы электродинамических задач и подходы к их решению,методы расчёта устройств радиоэлектронной аппаратуры |
| | ПК-2.2. Умеет выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования | Умеет рассчитывать и проектировать СВЧ блоки узлов и устройств радиотехнических систем. |
| | ПК-2.3. Владеет мтодами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования | Владеет основными навыками решения базовых электродинамических задач; навыками расчетов электромагнитных полей и волн, необходимых при разработке радиотехнических устройств различного назначения |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 3 семестр | 4 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 136 | 48 | 88 |
| Лекционные занятия | 54 | 18 | 36 |
| Практические занятия | 36 | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 28 | 12 | 16 |
| Курсовая работа | 18 | | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 188 | 60 | 128 |
| Подготовка к зачету | 20 | 20 | |
| Подготовка к тестированию | 134 | 32 | 102 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | 8 | 8 |
| Написание отчета по курсовой работе | 18 | | 18 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | | 36 |

Согласована на портале № 70891

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 360 | 108 | 252 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 10 | 3 | 7 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | | | | |
| 1 Введение в дисциплину | 4 | - | - | - | 12 | 16 | ПК-2 |
| 2 Уравнения гиперболического типа | 6 | 8 | 4 | - | 16 | 34 | ПК-2 |
| 3 Уравнения параболического типа | 4 | 10 | 8 | - | 20 | 42 | ПК-2 |
| 4 Уравнения эллиптического типа | 4 | - | - | - | 12 | 16 | ПК-2 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 12 | 0 | 60 | 108 | |
| **4 семестр** | | | | | | | |
| 5 Основные уравнения электромагнитного поля | 8 | 4 | - | 18 | 18 | 48 | ПК-2 |
| 6 Энергия электромагнитного поля | 2 | - | - | | 10 | 12 | ПК-2 |
| 7 Электростатическое поле | 2 | 4 | - | | 10 | 16 | ПК-2 |
| 8 Общие свойства переменного электромагнитного поля | 2 | - | - | | 10 | 12 | ПК-2 |
| 9 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах | 6 | 4 | 4 | | 20 | 34 | ПК-2 |
| 10 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред | 6 | - | 4 | | 18 | 28 | ПК-2 |
| 11 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы | 4 | 4 | 4 | | 16 | 28 | ПК-2 |
| 12 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах | 2 | - | 4 | | 12 | 18 | ПК-2 |
| 13 Излучение электромагнитных волн | 4 | 2 | - | | 14 | 20 | ПК-2 |
| Итого за семестр | 36 | 18 | 16 | 18 | 128 | 216 | |
| Итого | 54 | 36 | 28 | 18 | 188 | 324 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 70891

| | | | |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| 1 Введение в дисциплину | Структура, объём, задачи курса. Основные понятия и определения. Математическое моделирование. Классификация уравнений. Постановка краевых задач математической физики и их корректность. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Уравнения гиперболического типа | Собственные колебания ограниченной струны. Метод разделения переменных. Вынужденные колебания ограниченной струны. Метод суперпозиции решений. Волновое уравнение. Физические аналогии. | 6 | ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Уравнения параболического типа | Постановка краевых задач для уравнений параболического типа. Задача Коши для неограниченного стержня. Краевая задача для ограниченного стержня. Функция мгновенного точечного источника. Принцип максимального значения. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Уравнения эллиптического типа | Уравнения Лапласа, Пуассона, Гельмгольца. Постановка граничных задач. Единственность решений. Фундаментальные решения. Функция Грина для уравнения Гельмгольца. Понятие точечных источников. Построение одномерной и двумерной функций Грина задачи Штурма-Лиувилля. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| | Итого за семестр | 18 | |
| **4 семестр** | | | |
| 5 Основные уравнения электромагнитного поля | Векторы электромагнитного поля. Дэлектрическая и магнитная проницаемости среды. Основные уравнения электромагнитного поля – уравнения Максвелла. .Материальные уравнения и классификация сред. Поля на границах раздела сред. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Граничные условия на поверхности идеального проводника | 8 | ПК-2 |
| | Итого | 8 | |

Согласована на портале № 70891

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Энергия электромагнитного поля | Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Уравнения баланса для мгновенных значений мощности. Вектор Пойнтинга. Средние за период значения энергетических характеристик переменного электромагнитного поля. Скорость переноса энергии электромагнитных полей. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Электростатическое поле | Уравнения Максвелла для электростатического поля. Электростатический потенциал.Граничные условия в электростатике.Определение потенциала по заданному распределению заряда. Принцип суперпозиции.Уравнения для электростатического потенциала. Основная задача электростатики. Методы решения задач электростатики. Емкость. Конденсатор в электростатике. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Общие свойства переменного электромагнитного поля | Гармонические колебания. Уравнения Максвелла для гармонических колебаний. Комплексные амплитуды полей. Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды. Магнитные токи и заряды. Уравнения Максвелла с учетом магнитных токов и зарядов. Принцип перестановочной двойственности уравнений Максвелла. Теорема единственности для внутренней и внешней задач электродинамики. Принцип эквивалентности. Лемма Лоренца. Теорема взаимности. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах | Волновой характер переменного электромагнитного поля. Уравнения Гельмгольца. Плоские волны и их характеристики. Волновое число и волновой вектор. Фронт волны. Взаимная ориентация векторов поля и волнового вектора в среде без потерь. Волновое сопротивление среды. Поляризация электромагнитных волн. Электромагнитные волны в средах с потерями. Коэффициент затухания. | 6 | ПК-2 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 70891

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред | Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух диэлектрических сред. Горизонтальная и вертикальная поляризации. Нормальное падение плоской волны на границу раздела двух сред. Формлы Френеля. Наклонное падение плоской волны на границу раздела сред. Угол Брюстера. Полного отражение от границы раздела двух диэлектрических сред. Плоская неоднородная волна. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела диэлектрика и поглощающей среды. Приближенные граничные условия Леонтовича. | 6 | ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 11 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы | Понятие о направляющих системах. Направляемые электромагнитные волны. Условия распространения электромагнитных волн в направляющих системах. Критическая длина волны. Классификация направляемых волн : Т, Е, и Н –волны. Прямоугольный и круглый металлические волноводы. Решение двумерного уравнения Гельмгольца для прямоугольного волновода. Основная волна прямоугольного волновода, ее характеристики и структура поля. Выбор поперечных размеров для одноволнового режима работы. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 12 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах | Объемные резонаторы. Анализ собственных колебаний в полых резонаторах. Прямоугольные и цилиндрические полые т резонаторы. Определение резонансной частоты и добротности объемных резонаторов. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 13 Излучение электромагнитных волн | Постановка задачи об излучении. Уравнения Максвелла для области, содержащей сторонние источники. Неоднородные волновые уравнения Гельмгольца. Векторный и скалярный электродинамические потенциалы. Уравнения для электродинамических потенциалов и их решения. Запаздывающие потенциалы. Элементарные электрический и магнитный излучатели: структура поля, диаграммы направленности, сопротивление излучения. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 70891

| | | |
|---|---|---|
| Итого за семестр | 36 | |
| Итого | 54 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |
| 2 Уравнения гиперболического типа | Методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей | 8 | ПК-2 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Уравнения параболического типа | Методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений в среде MATHCAD | 10 | ПК-2 |
| | Итого | 10 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| **4 семестр** | | | |
| 5 Основные уравнения электромагнитного поля | Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Материальные уравнения | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Электростатическое поле | Методы решения задач электростатики | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах | Плоские электромагнитные волны и их характеристики. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 11 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы | Электромагнитные волны в линиях передачи | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 13 Излучение электромагнитных волн | Элементарные электрический и магнитный излучатели | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | |

Согласована на портале № 70891

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Уравнения гиперболического типа | Решение краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Уравнения параболического типа | Решение алгебраических и дифференциальных уравнений в среде MATHCAD | 8 | ПК-2 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| **4 семестр** | | | |
| 9 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах | Исследование поляризации электромагнитных волн | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 10 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред | Исследование отражения электромагнитных волн от границы раздела двух сред | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 11 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы | Исследование линий передачи СВЧ диапазона | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 12 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах | Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 28 | |

### 5.5. Курсовая работа

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **4 семестр** | | |
| Электрические параметры феррита и плазмы в постоянном магнитном поле | 4 | ПК-2 |
| Продольное распространение электромагнитных волн в гиротропных средах | 4 | ПК-2 |
| Поперечное распространение электромагнитных волн в гиротропных средах | 4 | ПК-2 |
| Расчет многослойных диэлектрических зеркал для отражения и пропускания волн оптического диапазона | 6 | ПК-2 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых работ:

1. . Расчет многослойных диэлектрических зеркал для отражения и пропускания волн оптического диапазона
2. Анизотропные среды. Продольное распространение электромагнитных волн в

Согласована на портале № 70891

намагниченном феррите.
3. Анизотропные среды. Продольное распространение электромагнитных волн в намагниченной плазме.
4. Анизотропные среды. Поперечное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.
5. Анизотропные среды. Поперечное распространение электромагнитных волн в намагниченной плазме.

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| 1 Введение в дисциплину | Подготовка к зачету | 4 | ПК-2 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| 2 Уравнения гиперболического типа | Подготовка к зачету | 4 | ПК-2 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 16 | | |
| 3 Уравнения параболического типа | Подготовка к зачету | 8 | ПК-2 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Уравнения эллиптического типа | Подготовка к зачету | 4 | ПК-2 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| Итого за семестр | | 60 | | |
| **4 семестр** | | | | |
| 5 Основные уравнения электромагнитного поля | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 16 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |

Согласована на портале № 70891

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 Энергия электромагнитного поля | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 7 Электростатическое поле | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 8 Общие свойства переменного электромагнитного поля | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 9 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 16 | ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 10 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 14 | ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 18 | | |
| 11 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 12 | ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 16 | | |

Согласована на портале № 70891

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 12 | | |
| 13 Излучение электромагнитных волн | Написание отчета по курсовой работе | 2 | ПК-2 | Курсовая работа, Отчет по курсовой работе |
| | Подготовка к тестированию | 12 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| Итого за семестр | | 128 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 224 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Курс. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-2 | + | + | + | + | + | Зачёт, Курсовая работа, Лабораторная работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **3 семестр** | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Лабораторная работа | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 100 | 100 |

Согласована на портале № 70891

| 4 семестр | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Лабораторная работа | 0 | 12 | 12 | 24 |
| Тестирование | 14 | 16 | 16 | 46 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 14 | 28 | 28 | 100 |
| Нарастающим итогом | 14 | 42 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсовой работы представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсовой работы

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 4 семестр | | | | |
| Отчет по курсовой работе | 20 | 40 | 40 | 100 |
| Итого максимум за период | 20 | 40 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 60 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Б.М. Петров Электродинамика и распространение радиоволн: Учебник для вузов. - М.: Горячая линия- Телеком, 2007.-558 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.).

Согласована на портале № 70891

2. Методы решения нелинейных уравнений математической физики и механики: Учебное пособие для вузов/ А. Д. Полянин, В. Ф. Зайцев, А. И. Жуков. - М.: Физматлит, 2005. - 254 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

3. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / Л. А. Боков, В. А. Замотринский, А. Е. Мандель - 2022. 409 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10026.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1637-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/211646 (дата обращения: 26.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/211646.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электромагнитные поля и волны:сборник задач и упражнений: Учебное пособие / Л. А. Боков, А. Е. Мандель, Ж. М. Соколова, Л. И. Шангина - 2022. 181 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10030.

2. Электромагнитные поля и волны: Методические указания к лабораторным работам / А. Е. Мандель, Д. В. Окунев, А. В. Фатеев - 2022. 57 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9878.

3. Электромагнитные поля и волны: Учебное-методическое пособие по выполнению курсовой работы / Ж. М. Соколова, А. Е. Мандель - 2018. 108 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10349.

4. Электромагнитные поля и волны: Методические указания по организации самостоятельной работы студентов / А. Е. Мандель - 2022. 49 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9883.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным

Согласована на портале № 70891

количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 337б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2007;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебно-исследовательская лаборатория "Микроволновая техника": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Осциллограф GDS–71022;
- Измеритель Р2М-18;
- Генератор сигнала 33522А;
- Вольтметр циф. GDM 8145;
- Измеритель Р2М-04;
- Анализатор спектра СК4М-04;
- Осциллограф цифровой MS07104;
- Мультиметр цифровой 34405А;
- Источник питания GPD-73303S;
- Генератор Г4-126;
- Измеритель Р2-60 - 2 блока;
- Измеритель Р5-12;
- Измерительная линия Р1-27;
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18;
- Опорно-поворотное устройство;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2010;
- PTC Mathcad 15;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсовой работы

Учебно-исследовательская лаборатория "Микроволновая техника": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для

Согласована на портале № 70891

проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Осциллограф GDS–71022;
- Измеритель Р2М-18;
- Генератор сигнала 33522А;
- Вольтметр циф. GDM 8145;
- Измеритель Р2М-04;
- Анализатор спектра СК4М-04;
- Осциллограф цифровой MS07104;
- Мультиметр цифровой 34405А;
- Источник питания GPD-73303S;
- Генератор Г4-126;
- Измеритель Р2-60 - 2 блока;
- Измеритель Р5-12;
- Измерительная линия Р1-27;
- Векторный анализатор сигналов Р4М-18;
- Опорно-поворотное устройство;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Microsoft Office 2010;
- PTC Mathcad 15;

### 8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в

Согласована на портале № 70891

которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение в дисциплину | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Уравнения гиперболического типа | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Уравнения параболического типа | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Уравнения эллиптического типа | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Основные уравнения электромагнитного поля | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 70891

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Энергия электромагнитного поля | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Электростатическое поле | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Общие свойства переменного электромагнитного поля | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 9 Плоские электромагнитные волны в изотропных неограниченных средах | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 10 Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела двух сред | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 11 Направляемые электромагнитные волны и направляющие системы | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 70891

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 Электромагнитные колебания в объемных резонаторах | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 13 Излучение электромагнитных волн | ПК-2 | Отчет по курсовой работе | Примерный перечень тематик курсовых работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|

Согласована на портале № 70891

| | |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Можно ли создать магнитное поле с распределением вектора магнитной индукции B= 5x• x0+5y• y0 +5z• z0
   а)Это поле может быть создано постоянными магнитами б) Такого поля нет в) Это поле может быть создано объёмными электрическими зарядами г) Это поле может быть создано постоянными токами
2. Вектор электромагнитного поля D=5x•x0 +5y•y0. Определить объёмный заряд, создающий это поле.
   а) 20 кл/м3 б) 10 кл/м3 в) 5 кл/м3 г)15 кл/м3
3. Каков физический смысл уравнения Максвелла divD =0 а) В заданной точке есть источники электрического поля б) Такой вид уравнения Максвелла смысла не имеет в) В заданной точке есть стоки электрического поля г) В заданной точке нет источников электрического поля
4. Как изменятся ток проводимости и ток смещения , если при тех же напряженностях электромагнитного поля E и H параметры среды - относительная диэлектрическая проницаемость и проводимость среды σ - увеличить в 4 раза а )ток проводимости не изменится , ток смещения, увеличится в 2 раза б )ток проводимости и ток смещения не изменятся в) ток проводимости и ток смещения увеличатся в 4 раза г) ток смещения не изменится, ток проводимости увеличится в 2 раза
5. . Какова взаимная ориентация векторов E, H и волнового вектора K в плоской однородной волне а) все три вектора взаимно ортогональны и образуют левую тройку векторов б) все три вектора взаимно ортогональны и образуют правую тройку векторов в) векторы E и H параллельны, оба вектора ортогональны вектору K г) все три вектора параллельны
6. Как изменится скорость электромагнитной волны в ферроэлектрике, если магнитную и диэлектрическую проницаемости среды увеличить в четыре раза. а) увеличится в 4 раза б) уменьшится в 4 раза в) уменьшится в 16 раз г) останется неизменной
7. На какой угол повернётся вектор напряженности электрического поля электромагнитной волны с круговой поляризацией при прохождении расстояния 0.1 м, если скорость распространения волны равна 3•10 8 м/с, а частота колебаний волны f = 1 ГГц а) 90 град. б) 360 град. в)120 град.г) 60 град
8. На границу раздела двух диэлектрических сред падает под углом Брюстера электромагнитная волна, имеющая правую круговую поляризацию. Какой будет

Согласована на портале № 70891

поляризация отраженной волны а) линейная горизонтальная б) правая круговая в) левая круговая г) линейная вертикальная

9. Вертикально поляризованная электромагнитная волна падает на границу раздела двух диэлектриков под углом Брюстера. Каким при этом будет коэффициент отражения а) 1/2 б) 0 в) 1 г) 1/3
10. Как изменится глубина проникновения электромагнитного поля в проводящую среду, если проводимость среды σ увеличится в четыре раза а) увеличится в 4 раза б) уменьшится в 2 раза в) уменьшится в 4 раза г) увеличится в 2 раза
11. При каких соотношения между проницаемостями двух сред коэффициент отражения от их границы раздела будет равен 0 а) ε1=ε2; μ1 и μ2 - любые б) μ1/ε1 ; μ2/ε2 в) ε1•μ1=ε2•μ2 г) μ1 = μ2 , ε1 и ε2 - любые
12. Какими параметрами необходимо располагать при определении ближней и дальней зон излучения диполя Герца а) параметрами среды б) видом поляризации излучателя в) длиной волны излучателя г) размером излучателя
13. В каком направлении отсутствует излучение диполя Герца, к которому подведена мощность сигнала а) вдоль оси диполя б) перпендикулярно оси диполя в) под углом 45 град. к оси диполя г) во всех направлениях излучение существует
14. Какие волны могут распространяться в прямоугольном волноводе а) Т-волны б) Е-волны и Н-волны в) Т-волны и Е-волны г) Т-волны и Н-волны
15. Как ориентирован волновой вектор К относительно волнового фронта плоской электромагнитной волны. а) перпендикулярен фронту волныб) параллелен фронту волны в) направлен под углом 60 град к плоскости фронта волны г) направлен под углом 45 град к плоскости фронта волны
16. Вблизи границы раздела двух сред задано следующее распределение вектора D : D1=5 •x0 +5 •y0 при x > 0 D1=4 • x0 +3 • y0 при x < 0 Какие из приведенных утверждений верны а) в одной из сред присутствует объемный заряд б) одна из сред обязательно анизотропна в) в обеих средах присутствуют объемные заряды г) на границе раздела сред есть поверхностный заряд
17. Какова основная волна прямоугольного волновода а) Н11 б) Н10 в) Е11 г) Е12
18. Каково физическое содержание вектора Пойнтинга а) плотность мощности электромагнитной волны б )энергия электромагнитной волны в) мощность электромагнитной волны г) скорость электромагнитной волны
19. Дайте определение току смещения а) ток смещения - это величина, пропорциональная скорости изменения переменного электрического поля в диэлектрике или вакууме б) ток смещения - это величина, пропорциональная скорости перемещения заряженных частиц в вакууме в) ток смещения - это величина, пропорциональная частоте изменения переменного электрического поля в диэлектрике или вакууме
20. Как изменится резонансная частота резонатора при заполнении его диэлектриком а) резонансная частота резонатора не изменится б) резонансная частота резонатора с диэлектриком уменьшится по отношению к частоте резонатора без диэлектрика в) резонансная частота резонатора с диэлектриком увеличится по отношению к частоте резонатора без диэлектрика
21. У математически корректной постановки задачи решение должно: а) существовать, б) быть единственным, в) быть устойчивым, г) непрерывным образом зависеть от параметров задачи и необходимых дополнительных условий.
22. Граничные условия – это условия: а) на границе раздела двух сред, б) на стыке двух линий с разными параметрами, в) на концах отрезка линии передачи, г) тна поверхности замкнутой области, в которой протекает процесс
23. Начальные условия – это условия: а) в начале отрезка линии передачи, б) на поверхности проводника линии передачи в начальный момент времени, в) на границе области, в которой протекает переменный во времени процесс, г) для переменного во времени процесса в начальный момент времени.
24. В методе разделения переменных функция двух независимых переменных представляется в виде: а) отношения двух функций, б) суммы двух функций, в) произведения двух функций, г) свёртки функций.
25. Интегральными называются уравнения, в которых неизвестная функция: а) входит под знак дифференциала, б) входит под знак интеграла, в) может входить под знак интеграла

Согласована на портале № 70891

или быть вне его, г) может входить под знак интеграла и быть вне его.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Определение электромагнитного поля.
2. Векторы электрического поля.
3. Векторы магнитного поля.
4. Уравнения Максвелла в интегральной форме
5. Первое уравнение Максвелла: полный ток и магнитное поле.
6. Полный ток и его составляющие.
7. Второе уравнение Максвелла: обобщенный закон электромагнитной индукции.
8. Третье уравнение Максвелла: электрическое поле и заряды.
9. Четвертое уравнение Максвелла: непрерывность силовых линий магнитного поля.
10. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
11. Материальные уравнения.
12. Граничные условия для нормальных составляющих электрического поля.
13. Граничные условия для нормальных составляющих магнитного поля.
14. Граничные условия для тангенциальных составляющих электрического поля.
15. Граничные условия для тангенциальных составляющих магнитного поля.
16. Закон Джоуля-Ленца
17. Баланс энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга
18. Монохроматическое поле, метод комплексных амплитуд .
19. Уравнения Максвелла в комплексной форме.
20. . Комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемость среды.
21. Плоские волны в однородных средах. Волновые уравнения и их решение.
22. Волновой характер электромагнитного поля. Плоские волны
23. Общее выражение для поля плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении.
24. Характеристическое сопротивление среды
25. Взаимная ориентация векторов поля и волнового вектора.
26. Линейная поляризация электромагнитных волн.
27. Круговая и эллиптическая поляризации электромагнитных волн.
28. Плоские электромагнитные волны в изотропных поглощающих средах
29. Затухание электромагнитных волн
30. Волновое число в поглощающих средах
31. Плоские волны в диэлектрике
32. Плоские волны в проводнике.
33. Нормальное падение плоской волны на границу раздела двух сред Формулы Френеля.
34. Наклонное падение плоских волн на границу раздела двух сред Формулы Френеля для горизонтально и вертикально поляризованных волн. Угол Брюстера.
35. Полное отражение от диэлектрической границы. Плоские неоднородные волны
36. Понятие о направляющей системе. Классификация направляемых волн
37. Условия распространения электромагнитных волн в направляющих сис темах. Критическая частота.
38. Связь между продольными и поперечными составляющими поля в однородной направляющей системе
39. Прямоугольный волновод. Е- волны и Н- волны в прямоугольном волноводе
40. Основная волна прямоугольного волновода, ее структура поля и параметры
41. Структуры Е и Н полей в прямоугольном резонаторе.
42. Постановка задачи об излучении. Электродинамические потенциалы.
43. Уравнения для электродинамических потенциалов.
44. Определение электродинамических потенциалов по заданным зарядам и токам
45. Элементарный электрический излучатель.
46. Поле электрического излучателя в ближней и дальней зонах. Диаграмма направленности электрического излучателя. Сопротивление излучения.

### 9.1.3. Перечень вопросов для зачета

1. Методы математической физики

Согласована на портале № 70891

2. . Основные уравнения математической физики
3. Математически корректная постановка задачи. Понятие устойчивости решения
4. Уравнение гиперболического типа и процессы, которые оно описывает
5. . Свободные и вынужденные колебания
6. Схема решения задачи Коши для неограниченной струны. Физическая интерпретация решения задачи Коши для неограниченной струны
7. Прямая и обратная волны. Волны отклонения. Волны импульса
8. Суть метода Фурье разделения переменных
9. Постановка задачи о свободных колебаниях ограниченной струны. Схема решения задачи о свободных колебаниях ограниченной струны
10. Задача Штурма-Лиувилля
11. Собственные числа и собственные функции задачи о свободных колебаниях ограниченной струны
12. Колебания основного и высшего типов
13. Схема решения задачи о вынужденных колебаниях ограниченной струны
14. Вывод системы телеграфных уравнений
15. Схема решения телеграфного уравнения в случае линии без потерь.Схема решения телеграфного уравнения в случае линии без искажений
16. Постановка задачи о включении линии . Схема решения задачи о включении линии
17. Физическая интерпретация решения задачи о включении линии
18. Физические аналогии в задачах моделирования
19. Уравнения параболического типа и процессы, которые они описывают
20. Начальные и граничные условия в задачах теплопроводности
21. Постановка задач теплопроводности
22. Постановка задачи диффузии и схемы ее решения в частных случаях
23. Схема решения задачи теплопроводности для неограниченного стержня. Вид решения задачи теплопроводности для неограниченного стержня
24. Функция мгновенного точечного источника задачи теплопроводности для неограниченного стержня
25. Схема решения задачи теплопроводности без начальных условий для неограниченного стержня
26. Принцип максимального значения в задаче теплопроводности для неограниченного стержня
27. Постановка задачи теплопроводности для ограниченного стержня. Схема решения задачи теплопроводности для ограниченного стержня
28. Уравнение эллиптического типа и процессы, которые оно описывает
29. Уравнения Лапласа и Пуассона
30. Постановка трех типов граничных задач для уравнения Лапласа
31. Уравнение Гельмгольца, представление его решения через функцию Грина
32. Дельта - функция Дирака и ее основные свойства
33. Уравнение Гельмгольца для функции Грина
34. Понятие одномерной функции Грина задачи Штурма – Лиувилля и ее свойства. Схема нахождения функции Грина задачи Штурма – Лиувилля
35. Решение задачи о гармонических колебаниях струны с закрепленными концами под действием внешней силы
36. Построение двумерной функции Грина уравнения Гельмгольца в виде разложения по одномерным функциям Грина
37. Представление двумерной функции Грина уравнения Гельмгольца через характеристические функции Грина
38. Метод Лапласа асимптотической оценки интегралов
39. Метод перевала асимптотической оценки интегралов в комплексной плоскости
40. Понятие солитона и необходимые условия его существования. Солитон, его история, примеры, перспективы использования солитонных режимов
41. Нелинейные линии передачи, уравнение Кортевега – де Вриза, его солитонное решение
42. Основные свойства и параметры солитона
43. Нелинейное уравнение Шредингера, солитоны в волоконном световоде
44. Интегральные уравнения, понятия, типы

Согласована на портале № 70891

45. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра.
46. Теоремы Фредгольма. Вычислительные схемы решения уравнений Фредгольма:
47. Постановка задач вариационного исчисления и методы ее решения: Схема метода интегральных преобразований

### 9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты курсовой работы

1. Какие среды называются анизотропными, а какие — гиротропными? Если среда гиротропная, то является ли она анизотропной, и наоборот. Приведите примеры.
2. Что такое спин электрона и как он себя ведет в постоянном магнитном поле? Какую роль при этом играет механический момент движения электрона.
3. Что такое прецессия спина? Почему она оказывает влияние на распространение волн в феррите, если время прецессии так мало? Проведите аналогию с вращением электрона в постоянном магнитном поле.
4. Запишите выражения для сил, действующих на спин электрона и электрон в намагниченных феррите и плазме. Что в этих выражениях является причиной анизотропии феррита и плазмы?
5. Плазма, даже в ненамагниченном состоянии, обладает рядом уникальных свойств. Укажите некоторые из них, исходя из выражения для ε ненамагниченной плазмы.
6. В чем заключается эффект Фарадея, в каких средах и когда он наблюдается?
7. Изобразите ориентацию векторов E и H обыкновенной и необыкновенной электромагнитных волн при поперечном распространении в намагниченных феррите и плазме и объясните различные свойства этих волн.

### 9.1.5. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. . Расчет многослойных диэлектрических зеркал для отражения и пропускания волн оптического диапазона
2. Анизотропные среды. Продольное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.
3. Анизотропные среды. Продольное распространение электромагнитных волн в намагниченной плазме.
4. Анизотропные среды. Поперечное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.
5. Анизотропные среды. Поперечное распространение электромагнитных волн в намагниченной плазме.

### 9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Решение краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных разностей
2. Решение алгебраических и дифференциальных уравнений в среде MATHCAD
3. Исследование поляризации электромагнитных волн
4. Исследование отражения электромагнитных волн от границы раздела двух сред
5. Исследование линий передачи СВЧ диапазона
6. Исследование параметров объёмного резонатора прямоугольного сечения

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком

Согласована на портале № 70891

учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

Согласована на портале № 70891

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 70891

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 7 от « 6 » 2 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. СВЧиКР | А.Е. Мандель | Разработано, e143c8a0-542b-4541-84ee-1471a4f17eef |

Согласована на портале № 70891