МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
_____ Н.А. Андреева
«28» 04 2026 г.

# Б1.О.29 Основы теории электромагнитных полей и волн рабочая программа дисциплины

Кафедра **Общенаучной подготовки**
Направление подготовки **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Профили **Инфокоммуникационные системы и сети,**
Формы обучения **очная, заочная**

**Распределение часов дисциплины по семестрам (для очной формы обучения (ОФО), курсам (для заочной формы обучения (ЗФО))**

| Вид учебной работы | ОФО | | ЗФО | |
|---|---|---|---|---|
| | ЗЕ | часов/сем. | ЗЕ | часов/курс |
| Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам): | 3 | 108/4 | 3 | 108/3 |
| Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам): | | 54/4 | | 14/3 |
| Лекции | | 18/4 | | 4/3 |
| Лабораторных работ | | 18/4 | | 6/3 |
| Практических занятий | | 18/4 | | 4/3 |
| Семинаров | | | | |
| Самостоятельная работа | | 54/4 | | 94/3 |
| Контроль | | | | |
| Число контрольных работ (по курсам) | | | | 1/3 |
| Число КР (по семестрам, курсам) | | | | |
| Число КП (по семестрам, курсам) | | | | |
| Число зачетов с разбивкой по семестрам | | 1/4 | | 1/3 |
| Число экзаменов с разбивкой по семестрам | | | | |

Программу составил:
***Доцент кафедры ОНП к.ф.-м.н., доцент Бородин А.В.***

Рабочая программа дисциплины
**«Основы теории электромагнитных полей и волн»**

Разработана в соответствии с ФГОС ВО
**направления подготовки 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. N 930.**

Составлена на основании учебных планов
**направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профили «Инфокоммуникационные системы и сети», «Защищенные инфокоммуникационные системы» одобренных Учёным советом СКФ МТУСИ, протокол № 8 от 31.03 2026 г., и утвержденных директором СКФ МТУСИ 31.03. 2026 г.**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Общенаучной подготовки

Протокол от «28» 04 2026 г. № 9

И.о. зав. кафедрой _____ Денисов Е.А.

## 1. Цели изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы теории электромагнитных полей и волн» является формирование у студентов физических основ электродинамики, распространения электромагнитных волн в различных средах, особенностей структуры электромагнитного поля в линиях передачи электромагнитной энергии.

## 2. Планируемые результаты обучения

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающегося способности решать профессиональные задачи в соответствии с **технологической деятельностью.**

Результатом освоения дисциплины являются сформированные у обучающегося следующие компетенции:

| **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (в части, обеспечиваемой дисциплиной)** |
|---|
| **ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных** |
| **Знать:** |
| основные методы электродинамики в их взаимосвязи при решении стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной культуры с применением инфокоммуникационных технологий |
| **Уметь:** |
| решать стандартные задачи профессиональной деятельности, основываясь на передовых методах исследования распространения электромагнитных волн в различных средах |
| **Владеть:** |
| навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, используя глобальные компьютерные сети, стандартные пакеты математических программ с применением инфокоммуникационных технологий |

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| **Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие дисциплины, модули, темы):** | |
|---|---|
| **1.** | Б1.О.04 Высшая математика |
| 2. | Б1.О.07 Физика |
| **Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:** | |
| 1. | Б1.В.09 Направляющие телекоммуникационные среды |
| 2. | Б1.В.17 Проектирование инфокоммуникационных сетей |
| 3. | Б1.В.18 Спутниковые и наземные системы радиосвязи |

**4. Структура и содержание дисциплины**

**4.1 Очная форма обучения, 4 года (всего 108 часов, 54 часа контактной работы)**

| Код зан. | Тема и краткое содержание занятия | Вид зан. | Кол. часов | Компе-тенции | УМИО |
|---|---|---|---|---|---|
| **Курс 2. Семестр 4** | | | | | |
| **Модуль 1. Общие закономерности электромагнитных полей – 28(10+10+8)часов контактной работы, 27 часов СР** | | | | | |
| 1.1 | ***Характеристики электромагнитных полей.*** Параметры среды. Ток проводимости. Закон Ома в дифференциальной форме. Уравнения Максвелла в интегральной форме. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 Л2.1 |
| 1.2 | ***Волновое уравнение.*** Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Уравнение непрерывности полного тока. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Энергия электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 Л2.1 |
| 1.3 | ***Уравнения электростатического поля***. Электростатический потенциал. Определение поля по заданному распределению заряда. Энергия электростатического поля. Электроемкость. Конденсаторы. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 |
| 1.4 | ***Уравнения стационарного магнитного поля.*** Закон Био-Савара. Формула Ампера. Энергия поля. Индуктивность. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 |
| 1.5 | ***Уравнения монохроматического электромагнитного поля.*** Уравнение Гельмгольца. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды. Потенциалы электромагнитного поля. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 |
| 1.6 | Элементы векторного анализа | ПЗ | 2 | ОПК-2 | Л1.1 Л2.1 |
| 1.7 | Электростатическое поле | ПЗ | 4 | ОПК-2 | Л1.1 Л2.1 |
| 1.8 | Электрическое поле в проводящей среде. | ПЗ | 4 | ОПК-2 | Л1.1 Л2.1 |
| 1.9 | Измерение полных сопротивлений на СВЧ | ЛР | 2 | ОПК-2 | Л1.2 Л3.1 |
| 1.10 | Исследование регулярной линии передачи | ЛР | 2 | ОПК-2 | Л1.2 Л3.1 |
| 1.11 | Исследование собственных волн прямоугольного волновода | ЛР | 4 | ОПК-2 | Л1.2 Л3.1 |
| 1.12 | Общие закономерности электромагнитных полей. Волновое уравнение. Энергия электромагнитного поля. Векторы электромагнитного поля. Статические и стационарные электрические и магнитные поля. Монохроматическое электромагнитное поле. | СРС | 27 | ОПК-2 | Л1.1 Л2.1 |
| **Модуль 2. Электромагнитные волны в направляющих системах – 26(8+8+10)часов контактной работы, 27 часов СР** | | | | | |
| 2.1 | ***Излучатели электромагнитных волн***. Диполь Герца. Электромагнитное поле диполя Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Мощность и сопротивление излучения. Принцип Гюйгенса – | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Кирхгофа. | | | | |
| 2.2 | ***Плоские электромагнитные волны.*** Основные свойства и характеристики плоской волны. Поляризация плоской электромагнитной волны. Плоские электромагнитные волны в диэлектриках и проводниках. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 |
| 2.3 | ***Волновые явления на границе раздела сред***. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред. Е- поляризация. Н - поляризация. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1 |
| 2.4 | ***Общие свойства электромагнитных волн в линиях передач.*** Особенности СВЧ диапазона. Типы линий передачи СВЧ и оптического диапазонов. Типы волн в линиях передачи. Связь между продольными и поперечными компонентами векторов поля. Основные свойства волн в линиях передачи. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л1.2 |
| 2.5 | Магнитное поле постоянных токов | ПЗ | 2 | ОПК-2 | Л1.1 |
| 2.6 | Направленные электромагнитные волны | ПЗ | 2 | ОПК-2 | Л1.2 |
| 2.7 | Расчет толщины скин-слоя | ПЗ | 4 | ОПК-2 | Л1.2 |
| 2.8 | Исследование потерь в прямоугольном волноводе | ЛР | 2 | ОПК-2 | Л3.1 |
| 2.9 | Исследование вынужденных колебаний в объемном резонаторе | ЛР | 4 | ОПК-2 | Л3.1 |
| 2.10 | Исследование скин-эффекта в металлической пластине. | ЛР | 4 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1 |
| 2.11 | Излучатели электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны. Исследование различных режимов работы прямоугольного волновода конечной длины. Исследование прямоугольного объемного резонатора. Волновые явления на границе раздела сред. Законы Снеллиуса. Е- и Н - волны в линиях передачи. Т - волны в линиях передачи. Электромагнитные волны в диэлектрических волноводах. Критические частоты. Постоянные распространения и затухания. Структура полей и токов на стенках волноводов. | СРС | 27 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л1.2<br>Л3.1 |
| | Зачет | | | | |
| Итого -108 часов | | | | | |

**4.2 Заочная форма обучения, 4 г. 8 мес. (всего 108 часов, 14 часов контактной работы)**

| Код зан. | Тема и краткое содержание занятия | Вид зан. | Кол. часов | Компетенции | УМИО |
|---|---|---|---|---|---|
| **Курс 3** | | | | | |
| **Модуль 1. Общие закономерности электромагнитных полей – 6(2+2+2)часов контактной работы, 48 часов СР** | | | | | |
| 1.1 | ***Характеристики электромагнитных полей.*** Параметры среды. Ток проводимости. Закон Ома в дифференциальной форме. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1 |
| 1.2 | Электростатическое поле | ПЗ | 2 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.3 | Исследование регулярной линии передачи | ЛР | 2 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л3.1 |
| 1.4 | Общие закономерности электромагнитных полей. Волновое уравнение. Энергия электромагнитного поля. Стационарное магнитное поле. Уравнения стационарного магнитного поля. Закон Био-Савара. Формула Ампера. Энергия поля. Индуктивность. Уравнения электростатического поля. Электростатический потенциал. Определение поля по заданному распределению заряда. Энергия электростатического поля. Электроемкость. Конденсаторы. Уравнения монохроматического электромагнитного поля. Уравнение Гельмгольца. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды. Потенциалы электромагнитного поля. | СРС | 48 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1<br>Л3.1 |
| **Модуль 2. Электромагнитные волны в направляющих системах – 8(2+2+4)часов контактной работы, 46 часов СР** | | | | | |
| 2.1 | ***Излучатели электромагнитных волн***. Диполь Герца. Электромагнитное поле диполя Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. ***Волновое уравнение.*** Уравнение непрерывности полного тока. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Энергия электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга. | Лек. | 2 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1 |
| 2.2 | Магнитное поле постоянных токов. Направленные электромагнитные волны. | ПЗ | 2 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1 |
| 2.3 | Исследование скин-эффекта в металлической пластине. | ЛР | 4 | ОПК-2 | Л3.1 |
| 2.4 | Излучатели электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны. Волновые явления на границе раздела сред. Законы Снеллиуса. Формулы Френеля. Явление полного отражения. Явление полного прохождения. Скин-эффект. Сопротивление провода в случае скин-эффекта. Прохождение плоской электромагнитной волны через диэлектрический слой. Общие свойства электромагнитных волн в линиях передачи. Е- и Н - волны в линиях передачи. Т - волны в линиях передачи. Электромагнитные волны в диэлектрических волноводах. Особенности СВЧ диапазона. Типы линий передачи СВЧ и оптического диапазонов. Типы волн в линиях передачи. Связь между продольными и поперечными компонентами векторов поля. Основные свойства волн в линиях передачи. Н- и Е-волны в прямоугольном и круглом волноводе. Токи на стенках волноводов. Ослабление волн в волноводах. Т - волны в линиях передачи. Коаксиальная линия. Полосковая линия. Прямоугольный резонатор. | СРС | 40 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1<br>Л3.1 |
| 2.5 | Выполнение контрольной работы. | СРС | 6 | ОПК-2 | Л1.1<br>Л2.1<br>Л3.1 |
| Зачет | | | | | |
| Итого – 108 часов | | | | | |

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

| 5.1 Рекомендуемая литература | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **5.1.1. Основная литература** | | | | |
| **Код** | **Авторы, составители** | **Заглавие** | **Издательство, год** | **Кол.** |
| Л1.1 | Седов В.М., Гайнутдинов Т.А. | Электромагнитные поля и волны: Учебное пособие для вузов. | М.: Горячая линия-Телеком, 2023, 282 с. | Э1 |
| Л1.2 | Боков Л.А., Мандель А.Е., Соколова Ж.М., Шангина Л.И. | Электромагнитные поля и волны: Сборник задач и упражнений. | Томский государственный университет систем управ-я и радиоэлектроники, 2013, 269 с. | Э2 |
| **5.1.2 Дополнительная литература** | | | | |
| **Код** | **Авторы, составители** | **Заглавие** | **Издательство, год** | **Кол.** |
| Л2.1 | Замотринский В.А., Соколова Ж.М., Падусова Е.В., Шангина Л.И. | Электромагнитные поля и волны: Учебное пособие по практическим занятиям. | Томский государственный университет систем управ-я и радиоэлектроники, 2012, 188 с. | Э3 |
| **5.1.3 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся** | | | | |
| **Код** | **Авторы, составители** | **Заглавие** | **Издательство, год** | **Кол.** |
| Л3.1 | Абышев С. В. | Электромагнитные поля и волны: методические указания по выполнению лабораторных работ | МИРЭА - Российский технологический университет, 2023, 38 с. | Э4 |

| 5.2 Электронные образовательные ресурсы | |
|---|---|
| Э1 | https://elib.mtuci.ru/view.php?book_id=4389 |
| Э2 | https://e.lanbook.com/book/110406 |
| Э3 | https://reader.lanbook.com/book/110413 |
| Э4 | https://e.lanbook.com/book/382463 |

| 5.3 Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных | |
|---|---|
| 5.3.1 | Консультант Плюс – https://www.consultant.ru/ |
| 5.3.2 | Гарант – https://www.garant.ru/ |
| 5.3.2 | Консорциум Кодекс – https://docs.cntd.ru/ |
| 5.3.3 | Научная электронная библиотека – https://www.elibrary.ru/ |
| 5.3.4 | Профессиональная база данных: Федеральный портал «Российское образование»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.edu.ru/ (открытый доступ) |

| 5.4 Программное обеспечение<br>**СКФ МТУСИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:** | |
|---|---|
| П1 | Программный пакет «Электродинамика» |
| П2 | ОС Microsoft Windows лицензионное ПО |
| П3 | Kaspersky Endpoint Security |
| П4 | Операционная система Linux – свободное ПО |

| 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины | |
|---|---|
| **6.1 МТО лекционных занятий** | |
| 1. | Лекционная аудитория, оснащенная проектором, ПК (ноутбуком), экраном. |
| **6.2 МТО лабораторных работ и практических занятий** | |
| 1. | Учебные аудитории, оборудованные компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ |
| **6.3 МТО текущего контроля, промежуточной аттестации** | |
| 1. | Учебные аудитории, оборудованные компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ |
| **6.4 МТО самостоятельной работы обучающихся** | |
| 1. | Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СКФ МТУСИ |

| 7. Оценочные материалы |
|---|
| Оценочные материалы и перечень видов оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины. |

| 8. Методические рекомендации по освоению дисциплины |
|---|
| Методические рекомендации по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. |

## 9. Особенности реализации дисциплины при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допус-

кается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме.

При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

## 10. Дополнения и изменения в Рабочей программе

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**
**«Б1.О.29 Основы теории электромагнитных полей и волн**
**рабочая программа дисциплины»**
**для использования в 20___/20___ учебном году**

Утверждаю
Зам. директора по УР _____
«___» _____ 20__ г.

Направление: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Профили: **Инфокоммуникационные системы и сети,**

Форма обучения: очная, заочная,

*(Возможны следующие варианты):*
а) Рабочая программа действует без изменений.
б) В рабочую программу вносятся следующие изменения:
1) ……..;
2) ……..;
3) ……

Разработчик (и): _____
«__» _____20___г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Общенаучной подготовки

Протокол № _____ от «__» _____20____г.

Заведующий кафедрой _____

**Приложение 1**

## Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

**1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине**
**1.1 Шкала оценивания компетенций**

| **Шкала оценивания компетенций** | | |
|---|---|---|
| Оценка | **Уровень освоения компетенции** | **Критерии оценивания** |
| «Отлично» | Высокий уровень | Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой;<br>может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. |
| «Хорошо» | Повышенный уровень | Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответах, устраняет их без помощи преподавателя. |
| «Удовлетворительно» | Пороговый уровень | Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответах, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. |

| | | |
|---|---|---|
| «Неудовлетворительно» | Минимальный уровень не достигнут | Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

**1.2 Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций**

| Показатели компетенции | Критерии оценивания | Шкала оценивания |
|---|---|---|
| **ОПК-2** | | |
| Знать: | | |
| основные методы электродинамики в их взаимосвязи при решении стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной культуры с применением инфокоммуникационных технологий | Контрольная работа 1 | Модуль 1<br>0÷20<br>«Неудовлетворительно» - 0–7<br>«Удовлетворительно» - 8–11<br>«Хорошо» - 12–16<br>«Отлично» -17–20 |
| | Контрольная работа 2 | Модуль 2<br>0÷20<br>«Неудовлетворительно» - 0–7<br>«Удовлетворительно» - 8–11<br>«Хорошо» - 12–16<br>«Отлично» -17–20 |
| Уметь: | | |
| решать стандартные задачи профессиональной деятельности, основываясь на передовых методах исследования распространения электромагнитных волн в различных средах | Практическое занятие 1 | Модуль 1<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Практическое занятие 2 | Модуль 1<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4 |

| | | |
|---|---|---|
| | | «Отлично» - 5 |
| | Практическое занятие 3 | Модуль 1<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Практическое занятие 4 | Модуль 2<br>0÷5 «Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Практическое занятие 5 | Модуль 2<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Практическое занятие 6 | Модуль 2<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| Владеть: | | |
| навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, используя глобальные компьютерные сети, стандартные пакеты математических программ с применением инфокоммуникационных технологий | Лабораторная работа 1 | Модуль 1<br>0÷5 «Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Лабораторная работа 2 | Модуль 1<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Лабораторная работа 3 | Модуль 1<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Лабораторная работа 4 | Модуль 2<br>0–5 |

| | | |
|---|---|---|
| | | «Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» -5 |
| | Лабораторная работа 5 | Модуль 2<br>0÷5 «Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Лабораторная работа 6 | Модуль 2<br>0÷5<br>«Неудовлетворительно» - 0–2<br>«Удовлетворительно» - 3<br>«Хорошо» - 4<br>«Отлично» - 5 |
| | Зачет | 0–100<br>«Незачтено» - 0–40<br>«Зачтено» - 41–100 |

**1.3 Оценочные материалы: типовые контрольные задания, иные материалы**

***1.3.1 Оценочные материалы для очной формы обучения***

**Модуль 1 (50 баллов):**

Модуль содержит 5 лекционных занятий, 3 практических и 3 лабораторных занятий. Знание лекционного материала оценивается по контрольной работе, состоящей из двух вопросов, максимальное количество баллов за контрольную работу составляет 20. За выполненные и защищенные практическое занятия студент получает максимум 15 баллов; за лабораторные работы - максимум 15 баллов. Общее максимальное количество баллов за модуль 1 составляет 50.

***Вопросы для контрольной работы 1 (ОПК-2):***

1. Характеристики электромагнитных полей.
2. Параметры среды.
3. Ток проводимости.
4. Закон Ома в дифференциальной форме.
5. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
6. Волновое уравнение.
7. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
8. Уравнение непрерывности полного тока.
9. Граничные условия для векторов электромагнитного поля.
10. Энергия электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга.
11. Уравнения электростатического поля. Электростатический потенциал.
12. Энергия электростатического поля. Электроемкость. Конденсаторы.
13. Уравнения стационарного магнитного поля.
14. Закон Био-Савара.
15. Формула Ампера.

16. Энергия поля. Индуктивность.
17. Уравнения монохроматического электромагнитного поля.
18. Уравнение Гельмгольца.
19. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды.

***Практическое занятие №1. Элементы векторного анализа.***

Контрольные вопросы ПЗ1(ОПК-2):

1. Найти градиент потенциала $\varphi = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ .
2. Подсчитать поток вектора $\vec{A} = \frac{5}{r^2}\vec{l}$ .
3. Найти дивергенцию радиус-вектора $\vec{R} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$
4. Найти ротор радиус-вектора.

$$\vec{R} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

***Практическое занятие №2. Электростатическое поле.***

Контрольные вопросы ПЗ2(ОПК-2):

1. Определите напряженность электрического поля в точке (0,1,0), создаваемую тремя точечными зарядами q, -2q, q, расположенных, соответственно в точках (-1,0,0), (0.0,0), (1,0,0).
2. Бесконечно длинный цилиндр радиусом 50 мм равномерно заряжен с поверхностно плотностью $10^{-5}$ Кл/м$^2$. Цилиндр находится в воздухе. Определите напряженность электрического поля, создаваемого цилиндром, на расстоянии 10 м от оси.
3. Определите напряженность электрического поля в точке (0,-1,0), создаваемую тремя точечными зарядами q, -2q, q, расположенных, соответственно в точках (-1,0,0), (0.0,0), (1,0,0). Задачу решить с помощью скалярного потенциала.
4. Электростатическое поле создается сферой радиусом R = 12 см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью σ = 2 нКл/м$^2$. Определите напряженность электростатического поля в точках, лежащих на расстояниях $r_1$ = 10 см и $r_2$ = 15 см от центра сферы.

***Практическое занятие №3. Электрическое поле в проводящей среде.***

Контрольные вопросы ПЗ3(ОПК-2):

1. Сформулировать закон Ома в дифференциальной форме.
2. Дать определение плотности постоянного тока.
3. Вычислите напряженность электрического поля в латунной ленте (σ =1,4·$10^7$ См/м) толщиной 0,12 мм и шириной 10 мм, по которой течет постоянный ток 150 мА.
4. Напряженность однородного поля в среде с проводимостью σ = $10^{-2}$ См/м равна E =100 В/м. Определите плотность тока и мощность тепловых потерь в единице объема.
5. Определите напряженность электрического поля в медной шине (σ =5,7·$10^6$ См/м), если плотность тока равна j = 2 А/мм$^2$.

***Лабораторная работа №1. Измерение полных сопротивлений на СВЧ.***

1. Контрольные вопросы ЛР1(ОПК-2):
2. Особенности поля в измерительной линии. Влияние зонда. Почему в качестве опорных точек выбирают минимумы поля?
3. Эквивалентная схема зонда. Согласование зонда с линией, выбор глубины погружения.
4. Что называется опорной плоскостью, и как её определяют?
5. Метод определения координаты узла стоячей волны. Измерение длины волны в линии.

6. Чем обусловлена необходимость калибровки детектора? В чем состоит калибровка?
7. Обоснование и процедура первого метода калибровки.
8. Обоснование и процедура второго метода калибровки.
9. Какой из двух методов калибровки более точен и почему?
10. Что называется областью квадратичности детектора. Как определяется область квадратичности?
11. Как классифицируют КСВ по величине. Измерение малых КСВ?
12. Обоснование и процедура измерения больших КСВ.
13. Обоснование и процедура измерения очень больших КСВ.
14. Процедура измерения полного сопротивления нагрузки.
15. Как определить $Z_H$ по результатам эксперимента?

***Лабораторная работа №2. Исследование регулярной линии передачи.***

1. Контрольные вопросы ЛР2(ОПК-2):
2. Что называется регулярной линией передачи? Привести примеры реальных линий передачи.
3. Дать определения основным параметрам, характеризующим линию передачи.
4. Чем отличается волновое сопротивление линии передачи от волнового сопротивления Т – линии?
5. Режимы работы линии передачи. Дать определение параметрам, характеризующим режимы работы.
6. Как связаны коэффициент отражения и коэффициент стоячей волны?
7. Как связано сопротивление в произвольной точке линии с сопротивлением нагрузки?
8. Волновое сопротивление нагруженной полуволновой и четвертьволновой линии. Где находят применение такие линии?
9. Для чего необходимо согласовывать линию передачи с нагрузкой и как реализуется согласование?
10. Входное сопротивление короткозамкнутого отрезка линии. Как зависит входное сопротивление от длины отрезка? Понятие о распределенных реактивностях и их применении

***Лабораторная работа №3. Исследование собственных волн прямоугольного волновода.***

Контрольные вопросы ЛР3(ОПК-2):

1. Какие типы линий передачи существуют?
2. Охарактеризуйте режимы бегущей, стоящей и смешанных волн в линии передачи.
3. Объясните устройство и принцип действия волноводной измерительной линии.
4. Какие типы волн существуют в прямоугольном волноводе?
5. Какая волна является основной в прямоугольном волноводе?
6. Назовите параметры волн в прямоугольном волноводе.
7. Дайте определение критической длины волны, фазовой скорости.
8. Какие известны способы измерения длины волны в волноводе?

**Модуль 2: (50 баллов):**

Модуль содержит 4 лекционных занятий, 3 практических и 3 лабораторных занятий. Знание лекционного материала оценивается по контрольной работе, состоящей из двух вопросов, максимальное количество баллов за контрольную работу составляет 20. За выполненные и защищенные практическе занятия студент получает максимум 15 баллов; за лабораторные работы - максимум 15 баллов. Общее максимальное количество баллов за модуль 1 составляет 50.

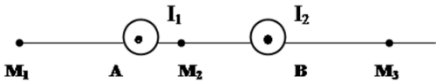
***Вопросы для контрольной работы 2 (ОПК-2):***

1. Излучатели электромагнитных волн. Диполь Герца. Электромагнитное поле диполя Герца.
2. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности.
3. Мощность и сопротивление излучения. Принцип Гюйгенса – Кирхгофа.
4. Плоские электромагнитные волны. Основные свойства и характеристики плоской волны.
5. Поляризация плоской электромагнитной волны.
6. Плоские электромагнитные волны в диэлектриках и проводниках.
7. Волновые явления на границе раздела сред.
8. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред. Е- поляризация. Н - поляризация.
9. Общие свойства электромагнитных волн в линиях передач. Особенности СВЧ диапазона.
10. Типы линий передачи СВЧ и оптического диапазонов.
11. Типы волн в линиях передачи. Связь между продольными и поперечными компонентами векторов поля.
12. Основные свойства волн в линиях передачи.

***Практическое занятие №4. Магнитное поле постоянных токов.***

Контрольные вопросы ПЗ4 (ОПК-2):

1. Вычислить grad (1/r), $div\vec{r}$ .
2. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В, движется параллельно длинному проводу на расстоянии 4 мм от него. Какая сила будет на него действовать, если по проводнику пропустить ток силой 5 А?
3. По двум параллельным прямолинейным бесконечно длинным проводникам текут токи одного направления $I_1$ = 20 А, $I_2$ = 40 А. Расстояние между проводниками АВ = 20 см. Определите индукцию магнитного поля в точках $M_2$ и $M_3$. $M_2A$ = 6 см, $BM_3$ = 5 см.




***Практическое занятие №5. Направленные электромагнитные волны.***

Контрольные вопросы ПЗ5 (ОПК-2):

1. Длина волны в прямоугольном волноводе при работе на основном типе волны ($H_{10}$) составляет 4,5 см. Размеры поперечного сечения волновода 2,6 х 1,3 см$^2$. Найти частоту передаваемых колебаний.
2. Прямоугольный волновод сечением 23х10 мм$^2$ заполнен диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью ε = 2,25. Частота колебаний 8,4 ГГц. Определите фазовую скорость и длину волны в волноводе для волны $H_{10}$.
3. В прямоугольном волноводе сечением 4х3 см$^2$ распространяется волна $H_{11}$. Волновод заполнен пенополистиролом с диэлектрической проницаемостью ε = 1,15. Частота колебаний 8 ГГц. Определите фазовую скорость и длину волны в волноводе.

***Практическое занятие №6. Исследование скин-эффекта в металлической пластине.***

Контрольные вопросы ПЗ6 (ОПК-2):

1. Запишите формулу для расчета толщины скин-слоя в металле.
2. Найти толщину скин-слоя меди при частоте 10 ГГц.
3. Определите толщину скин-слоя в алюминии и стали на частоте 10 кГц и 10 МГц.

***Лабораторная работа №4. Исследование потерь в прямоугольном волноводе.***

Контрольные вопросы ЛР4(ОПК-2):

1. Потери в прямоугольном волноводе. Погонная мощность потерь и метод ее расчета.

Виды потерь.
2. Потери в стенках волновода. Метод расчета погонной мощности потерь в стенках.
3. Потери в диэлектрике. Метод расчета погонной мощности потерь в диэлектрике.
4. Закон изменения амплитуды волн в волноводе с потерями. Коэффициент затухания и его связь с погонной мощностью потерь.
5. Экспериментальный метод определения коэффициента затухания.
6. Чем объяснить различия между теоретическими и экспериментальными значениями погонной мощности потерь?

***Лабораторная работа №5. Исследование вынужденных колебаний в объемном резонаторе.***
Контрольные вопросы ЛР5(ОПК-2):

***Лабораторная работа №6. Исследование скин-эффекта в металлической пластине.***
1. Контрольные вопросы ЛР6(ОПК-2):
2. Понятие объемного резонатора. Общие свойства резонаторов.
3. Отрезок лини передачи как объемный резонатор.
4. Вывод условия существования колебаний в объемном резонаторе.
5. Собственные колебания объемного резонатора и их связь с собственными волнами линии передачи. Типы колебаний. Основной тип колебаний.
6. Вывод формулы для собственных частот объемного резонатора. Спектр колебаний резонатора.
7. Потери в резонаторе. Виды потерь и добротность резонатора. Парциальные добротности.
8. Вывод затухания колебаний в резонаторе.
9. Прямоугольный резонатор. Типы собственных колебаний, собственные частоты. Вырожденные колебания.

***1.3.2 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Основы теории электромагнитных полей и волн» (ОПК-2):***
1. Характеристики электромагнитных полей.
2. Параметры среды.
3. Ток проводимости.
4. Закон Ома в дифференциальной форме.
5. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
6. Волновое уравнение.
7. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
8. Уравнение непрерывности полного тока.
9. Граничные условия для векторов электромагнитного поля.
10. Энергия электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга.
11. Уравнения электростатического поля. Электростатический потенциал.
12. Энергия электростатического поля. Электроемкость. Конденсаторы.
13. Уравнения стационарного магнитного поля.
14. Закон Био-Савара.
15. Формула Ампера.
16. Энергия поля. Индуктивность.
17. Уравнения монохроматического электромагнитного поля.
18. Уравнение Гельмгольца.
19. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды.
20. Излучатели электромагнитных волн. Диполь Герца. Электромагнитное поле диполя Герца.
21. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности.
22. Мощность и сопротивление излучения. Принцип Гюйгенса – Кирхгофа.

23. Плоские электромагнитные волны. Основные свойства и характеристики плоской волны.
24. Поляризация плоской электромагнитной волны.
25. Плоские электромагнитные волны в диэлектриках и проводниках.
26. Волновые явления на границе раздела сред.
27. Падение плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред. Е- поляризация. Н - поляризация.
28. Общие свойства электромагнитных волн в линиях передач. Особенности СВЧ диапазона.
29. Типы линий передачи СВЧ и оптического диапазонов.
30. Типы волн в линиях передачи. Связь между продольными и поперечными компонентами векторов поля.
31. Основные свойства волн в линиях передачи.

### *1.4 Оценочные материалы для заочной формы обучения*

***Лабораторная работа №1. Исследование регулярной линии передачи.***

Контрольные вопросы ЛР1(ОПК-2):

1. Что называется регулярной линией передачи? Привести примеры реальных линий передачи.
2. Дать определения основным параметрам, характеризующим линию передачи.
3. Чем отличается волновое сопротивление линии передачи от волнового сопротивления Т – линии?
4. Режимы работы линии передачи. Дать определение параметрам, характеризующим режимы работы.
5. Как связаны коэффициент отражения и коэффициент стоячей волны?
6. Как связано сопротивление в произвольной точке линии с сопротивлением нагрузки?
7. Волновое сопротивление нагруженной полуволновой и четвертьволновой линии. Где находят применение такие линии?
8. Для чего необходимо согласовывать линию передачи с нагрузкой и как реализуется согласование?
9. Входное сопротивление короткозамкнутого отрезка линии. Как зависит входное сопротивление от длины отрезка? Понятие о распределенных реактивностях и их применении

***Практическое занятие №1. Электростатическое поле.***

Контрольные вопросы ПЗ1(ОПК-2):

1. Определите напряженность электрического поля в точке (0,1,0), создаваемую тремя точечными зарядами q, -2q, q, расположенных, соответственно в точках (-1,0,0), (0.0,0), (1,0,0).
2. Бесконечно длинный цилиндр радиусом 50 мм равномерно заряжен с поверхностно плотностью $10^{-5}$ Кл/м$^2$. Цилиндр находится в воздухе. Определите напряженность электрического поля, создаваемого цилиндром, на расстоянии 10 м от оси.
3. Определите напряженность электрического поля в точке (0,-1,0), создаваемую тремя точечными зарядами q, -2q, q, расположенных, соответственно в точках (-1,0,0), (0.0,0), (1,0,0). Задачу решить с помощью скалярного потенциала.
4. Электростатическое поле создается сферой радиусом R = 12 см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma$ = 2 нКл/м$^2$. Определите напряженность электростатического поля в точках, лежащих на расстояниях $r_1$ = 10 см и $r_2$ = 15 см от центра сферы.

***Лабораторная работа №2. Исследование скин-эффекта в металлической пластине.***

1. Контрольные вопросы ЛР2(ОПК-2):
2. Понятие объемного резонатора. Общие свойства резонаторов.
3. Отрезок лини передачи как объемный резонатор.

4. Вывод условия существования колебаний в объемном резонаторе.
5. Собственные колебания объемного резонатора и их связь с собственными волнами линии передачи. Типы колебаний. Основной тип колебаний.
6. Вывод формулы для собственных частот объемного резонатора. Спектр колебаний резонатора.
7. Потери в резонаторе. Виды потерь и добротность резонатора. Парциальные добротности.
8. Вывод затухания колебаний в резонаторе.
9. Прямоугольный резонатор. Типы собственных колебаний, собственные частоты. Вырожденные колебания.

***Практическое занятие №2. Магнитное поле постоянных токов.***

Контрольные вопросы ПЗ2 (ОПК-2):

1. Вычислить grad (1/r), $div\vec{r}$ .
2. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В, движется параллельно длинному проводу на расстоянии 4 мм от него. Какая сила будет на него действовать, если по проводнику пропустить ток силой 5 А?
3. По двум параллельным прямолинейным бесконечно длинным проводникам текут токи одного направления $I_1$ = 20 А, $I_2$ = 40 А. Расстояние между проводниками АВ = 20 см. Определите индукцию магнитного поля в точках $M_2$ и $M_3$. $M_2A$ = 6 см, $BM_3$ = 5 см.

**Контрольная работа** выполняется в процессе освоения компетенции ОПК-2.

Выполненная и защищенная контрольная работа является допуском к зачету.

Критерии оценивания контрольной работы:

1. задание выполнено в полном объеме, каждый рассматриваемый вопрос раскрыт полностью, полученный конечный результат исследования, проведенного в контрольной работе, соответствует предъявляемым требованиям;
2. демонстрационный материал включает в себя все необходимые технические требования
3. контрольная работа оформлена в полном соответствии с ЕСКД;
4. в процессе защиты контрольной работы студент дает полные и развернутые ответы на поставленные вопросы.

**Вариант контрольной работы по теме «Распространение электромагнитных волн в прямоугольном волноводе»**

По прямоугольному волноводу, изображенному на рис.1, распространяется гармоническая электромагнитная волна. Стенки волновода являются идеально проводящими. Волновод заполнен однородным диэлектриком, имеющим относительную диэлектрическую проницаемость $\varepsilon_r$ . Потери в диэлектрике отсутствуют. Известны комплексные амплитуды следующих проекций векторов поля у этой волны:

$$\dot{E}_{ym} = iE_0 \sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) e^{-i\beta z}, \dot{E}_{xm} = 0, \dot{E}_{zm} = 0$$

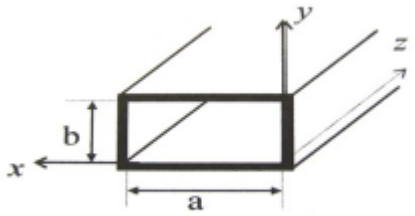



Рис.1

| $\varepsilon_r$ | a, мм | b, мм | $H_0$, мА/м | $E_0$, В/м | f, ГГц | σ, МСм/м |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,25 | 48 | 24 | 1,5 | 1,5 | 6 | 57 |

Требуется:

1. Определить комплексные амплитуды всех остальных (не заданных в условии) проекций векторов поля и далее обозначить тип волны.
2. Определить диапазон частот, в котором рассматриваемое поле представляет собой волну, бегущую вдоль оси z.
3. Записать выражения для мгновенных значений всех проекций векторов поля и по ним построить графики зависимостей этих проекций от координаты z при x = a/3 и y=b/3 в два момента времени t = 0 и t = T/4 в интервале $0 \le z \le 2\Lambda$, где Λ – длина волны в волноводе на частоте f.
4. Проверить выполнение граничных условий для векторов поля волны на всех стенках волновода.
5. Записать выражения для мгновенного, комплексного и среднего за период высокой частоты вектора Пойнтинга.
6. Вычислить мощность, переносимую волной заданного типа по волноводу на частоте f.
7. Рассчитать и построить частотные зависимости $V_ф(f)$ и $V_э(f)$.
8. Предполагая, что волновод изготовлен из проводника с удельной проводимостью σ, рассчитать и построить частотную зависимость коэффициента затухания (ослабления) α(f).
9. Изобразить линии векторов ***E*** и ***H***, а также токов на всех стенках волновода для волны данного типа.

**Вопросы на зачет** такие же, как и для студентов очной формы обучения.

## 2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### *2.1 Порядок и методика проведения текущего контроля и промежуточной аттестации*

Предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль по каждому модулю – в форме написания контрольной работы для оценки теоретических знаний;
- текущий контроль по каждому модулю – в форме отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям для оценки практических навыков;
- промежуточная аттестация по дисциплине – в форме зачета.

Текущий контроль успеваемости в форме защиты лабораторных и практических проводится в два этапа:

- 1-й этап: допуск к выполнению лабораторной работы – проводится в форме письменной «летучки» (5-10 мин) с целью контроля знаний студентов теоретической части лабораторной работы и готовности к выполнению практических исследований;

- 2-й этап выполняется по окончании каждой лабораторной работы (практического занятия) в форме индивидуального собеседования по выполненным исследованиям или расчетам. Проводится с целью контроля закрепления теоретической части материала и степени отработки студентом практических навыков исследования на аппаратуре.

Контрольные работы выполняются в виде короткого письменного ответа на один вопрос, изученный на предыдущей лекции в начале каждой последующей лекции. Ответ на вопрос дается в течение 5-10 минут. Таким образом, после лекционного курса каждого модуля формируется общая оценка за теоретические знания.

С целью повышения качества обучения за счет побуждения студентов к активной текущей учебной работе, четкого и оперативного контроля всего хода учебного процесса, снижения роли случайных и субъективных факторов при оценивании учебной деятельности студентов в образовательном процессе реализована модульно-рейтинговая система.

Правила ее использования прописаны в «Положении об МРС».

Набранные обучающимся баллы могут быть переведены в оценку:

– «не зачтено» - от 0% до 40% от максимального количества баллов;
– «зачтено» - от 41% до 100% максимального количества баллов;

Соотношения максимального количества баллов, полученных студентом по блокам модулей, показаны в Таблице

Таблица - Распределение баллов по блокам модулей дисциплины «Основы теории электромагнитных полей и волн»

| Модуль | Всего баллов (Максимальное значение) | Теоретический блок (Контрольная работа) | Практический блок (Распределение баллов по занятиям) |
|---|---|---|---|
| Модуль 1 | 50 | 20 | 30=15+15 |
| Модуль 2 | 50 | 20 | 30=15+15 |
| Зачет | 100 | 100 | |

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся на последнем занятии в рамках аудиторной работы до проведения промежуточной аттестации.

На зачете производится оценка тех компетенций, которые должны быть в той или иной форме освоены в процессе изучения. Рекомендуется формировать вопросы в билетах к зачету таким образом, чтобы преподаватель смог оценить все компетенции данной дисциплины.

### *2.2 Методика проведения зачета в группах заочной формы обучения*

Оценка итогов изучения дисциплины «Основы теории электромагнитных полей и волн» у студентов заочной формы обучения складывается из трех составляющих: зачет по лабораторным работам, защита контрольной работы, итоговый зачет. Зачет по лабораторным работам может проводиться как во время самих лабораторных работ, так и во время итогового зачета по дисциплине. В ходе собеседования по контрольной работе преподаватель убеждается в том, что контрольная работа выполнена студентом самостоятельно, студент отвечает на замечания, высказанные в рецензии, и представляет материалы, свидетельствующие о доработке контрольной работы, исправлении допущенных ошибок. Вторая часть зачета проводится по традиционной методике. Вопросы сгруппированы в билетах. В каждом билете содержится по 3 вопроса, скомпонованные таким образом, чтобы преподаватель смог оценить все компетенции данной дисциплины. Количество билетов должно быть не менее числа обучающихся в группе. Обучающиеся готовят письменные ответы на вопросы.

## 3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится по расписанию экзаменационной сессии в письменном виде. Количество вопросов в экзаменационном билете – 3. Проверка ответов и объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в зачетную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

Обучающиеся, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Образец **билета к зачету**

| | | |
|---|---|---|
| | Министерство цифрового развития, связи<br>и массовых коммуникаций Российской Федерации<br>Северо-Кавказский филиал<br>ордена Трудового Красного Знамени<br>федерального государственного бюджетного<br>образовательного учреждения высшего образования<br>«Московский технический университет<br>связи и информатики» | Утверждаю:<br>И.о. зав. кафедрой<br>«Общенаучной подготовки»<br>_____Е. А. Денисов<br>«___» _____ 20____г. |
| **Направление подготовки 11.03.02**<br>**Инфокоммуникационные технологии и системы связи (ИТСС)**<br>Курс: 2 курс (зачет)<br>**Дисциплина: «Основы теории электромагнитных полей и волн»** | | |
| Билет № 1<br>1. Векторы электрического поля. Параметры среды.<br>2. Энергия электромагнитного поля. Теорема Пойнтинга.<br>3. Длина волны в прямоугольном волноводе при работе на основном типе волны ($H_{10}$) составляет 4,5 см. Размеры поперечного сечения волновода 2,6 х 1,3 см$^2$. Найти частоту передаваемых колебаний.<br><br>Доцент кафедры ОНП _____ Бородин А.В. «___»_____ 20____г. | | |

*Один комплект отпечатанных билетов, подписанных преподавателем кафедры и утвержденных заведующим кафедрой хранится у заведующего кафедрой, другой комплект – у преподавателя, ведущего дисциплину*

### 4. Тестовые задания для проведения оценки сформированности компетенции (ОПК-2)

Тестовые задания позволяют оценить уровень сформированности **компетенции (ОПК-2): Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.**

Задания распределены по блокам в соответствии с уровнем сложности. Каждый блок содержит номер задания, и текст задания.

Базовый уровень содержит примерно 50 % заданий.

Он формируется из заданий с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных или воспроизведения фактического материала (терминология, факты, классификация, параметры и др.);

Повышенный уровень в среднем составляет 35 % заданий.

В нем используются задания на сопоставление, сравнение, установление последовательности;

Высокий уровень в среднем составляют – 15 % заданий.

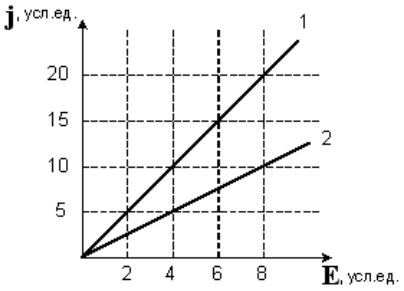
В задании используются: решения нетиповых задач, алгоритмы, доказательства, задания с развернутым ответом – определения, перечисление, изображение схемы, структуры и др.

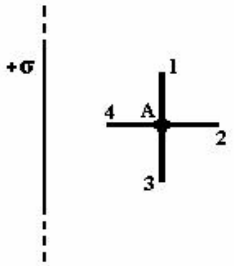
Количество заданий равно 20.

Один комплект тестовых вопросов с указанием правильных ответов хранится у заведующего кафедрой, другой комплект – у преподавателя, ведущего дисциплину.

БЛОК А (базовый уровень) – Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных

*Инструкция по тестам Блока А: Прочитайте текст и выберите один или несколько правильных ответов*

| № задания | Тексты заданий |
|---|---|
| 1 | На рисунке представлена зависимость плотности тока **j**, протекающего в проводниках 1 и 2, от напряженности электрического поля **E**.<br>  <br><br>1) 1/4<br>2) 1/2<br>3) 4<br>4) 2 |
| 2 | Конденсатор с диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 4$ присоединен к источнику тока. Энергия электрического поля этого конденсатора равна W. После удаления диэлектрика энергия электрического поля конденсатора будет равна<br>1) W/4<br>2) W/2<br>3) 2W<br>4) 4W |
| 3 | Свободное распространение электромагнитной волы по направляющей системе имеет место лишь на частотах, которые …<br>1) являются кратными критической частоте<br>2) меньше критической частоты<br>3) больше критической частоты<br>4) не являются кратными критической частоте |
| 4 | Величина $w = (\varepsilon_a E^2 + \mu_a H^2)/2$ представляет собой …<br>1) объемную плотность распределения свободных зарядов |

| | |
|---|---|
| | 2) объемную плотность энергии электромагнитного поля<br>3) абсолютное значение вектора Пойнтинга<br>4) плотность тока проводимости |
| 5 | Уравнение $p_{ст} = p_п + \partial w/\partial t + \mathrm{div}\,\boldsymbol{\Pi}$ представляет собой дифференциальную форму…<br>1) закона Ома<br>2) уравнения непрерывности<br>3) второго уравнения Максвелла<br>4) теоремы Пойнтинга |
| 6 | Чему равна критическая длина $\lambda_{кр}$ волны $H_{10}$ в прямоугольном волноводе<br>1) $\lambda_{кр} = b$<br>2) $\lambda_{кр} = 2b$<br>3) $\lambda_{кр} = a$<br>4) $\lambda_{кр} = 2a$ |
| 7 | Уравнение $\mathrm{div}\,\mathbf{j}_{полн} = 0$ является математической записью<br>1) закона сохранения электрического заряда<br>2) закона Джоуля - Ленца в дифференциальной форме<br>3) первого закона Кирхгофа в дифференциальной форме<br>4) второго закона Кирхгофа в дифференциальной форме |
| 8 | Диаграмма направленности представляет собой график зависимости<br>1) амплитуды напряженности поля от направления к точке наблюдения при постоянном расстоянии от излучателя до точки наблюдения<br>2) длины волны излучения от направления к точке наблюдения при постоянном расстоянии от излучателя до точки наблюдения<br>3) амплитуды напряженности поля от частоты излучения<br>4) амплитуды напряженности поля от расстояния от излучателя до точки наблюдения |
| 9 | Абсолютная диэлектрическая проницаемость среды измеряется в …<br>1) В/м<br>2) А/м<br>3) Ф/м<br>4) является безразмерной величиной |
| 10 | Поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда +σ. Укажите направление вектора градиента потенциала в точке *A*.<br>  <br><br>1) A-4<br>2) A-3<br>3) A-2<br>4) A-1 |

БЛОК Б (повышенный уровень) – Задание закрытого типа на установление соответствия

*Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие*

| № задания | Тексты заданий |
|---|---|
| 11 | 1. Объемный резонатор является…<br>2. Прямоугольный волновод является…<br>3. Ферритовый вентиль является…<br>A. устройством СВЧ, пропускающим электромагнитную волну в одном направлении<br>B. направляющей системой<br>C. колебательной системой для СВЧ диапазона |
| 12 | 1. напряженность магнитного поля<br>2. напряженность электрического поля<br>3. вектор электрического смещения<br>A. $\boldsymbol{D}$<br>B. $\boldsymbol{H}$<br>C. $\boldsymbol{E}$ |
| 13 | 1. Относительная диэлектрическая проницаемость<br>2. Относительная магнитная проницаемость<br>3. Удельная проводимость<br>A. $\varepsilon$<br>B. $\mu$<br>C. $\sigma$ |
| 14 | 1. Вокруг точечных зарядов существует…<br>2. Переменное магнитное поле порождает…<br>3. Переменное электрическое поле порождает…<br>A. вихревое электрическое поле<br>B. вихревое магнитное поле<br>C. невихревое электрическое поле |
| 15 | Единицы измерения<br>1. вектора магнитной индукции<br>2. напряженности магнитного поля<br>3. абсолютной магнитной проницаемости<br>A. Тл<br>B. А/м<br>C. Гн/м |
| 16 | 1. Волновое число<br>2. Показатель преломления<br>3. Скорость света в вакууме<br>A. $\frac{\omega}{c}$<br>B. $\sqrt{\varepsilon\mu}$<br>C. $\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ |

| | |
|---|---|
| 17 | Представленные величины характеризуют…<br>1. свойства среды<br>2. магнитное поле<br>3. электрическое поле<br>A. D, E<br>B. μ, ε<br>**C.** H, B |

БЛОК В (высокий уровень) – Задание открытого типа с развернутым ответом

*Инструкция: Прочитайте текст и запишите обоснованный ответ*

| **№ задания** | **Тексты заданий** |
|---|---|
| 18 | Электростатическое поле внутри проводников _____ |
| 19 | Какой эффект лежит в основе работы диэлектрических волноводов? |
| 20 | Что определяют индексы n и m в обозначении волны в круглом диэлектрическом волноводе? |

**Приложение 2**

## Методические рекомендации по освоению дисциплины

### 1. Методические рекомендации преподавателю

Дисциплина «Основы теории электромагнитных полей и волн» (очная форма) включает в себя:

- лекционные занятия – 18 часов;
- практические занятия – 18 часов;
- лабораторные работы – 18 часов;
- промежуточную аттестацию – зачет.

Дисциплина Основы теории электромагнитных полей и волн «» (заочная форма) включает в себя:

- лекционные занятия – 4 часа;
- практические занятия – 6 часов;
- лабораторные работы – 4часа;
- контрольную работу;
- промежуточную аттестацию – зачет.

Дисциплина «Основы теории электромагнитных полей и волн» (очно-заочная форма) включает в себя:

- лекционные занятия – 6 часов;
- практические занятия – 6 часов;
- лабораторные работы – 6 часов;
- контрольную работу;
- промежуточную аттестацию – зачет.

Перед началом изучения дисциплины преподаватель должен ознакомить обучающихся с рабочей программой и оценочными материалами по дисциплине, с видами учебной и самостоятельной работы, перечнем литературы и интернет-ресурсов, с формами текущей и промежуточной аттестации, с критериями оценки качества знаний для итоговой оценки по дисциплине.

При проведении лекций, преподаватель:

1) формулирует тему и цель занятия, объявляет учебные вопросы;

2) излагает основные теоретические положения;

3) с помощью технических средств обучения и/или под запись дает определения основных понятий, расчетных формул;

4) проводит примеры из отечественного и зарубежного опыта, дает текущие статистические данные для наглядного и образного представления изучаемого материала;

5) в конце занятия выдает вопросы для самостоятельного изучения.

На занятиях лабораторного цикла следует обратить внимание на соответствие выбираемых обучающимся средств выполнения решаемых в работе задач.

Каждая лабораторная работа должна быть оформлена и защищена в соответствии с требованиями. Защита производится после оформления отчета по работе.

Во время выполнения заданий в учебной аудитории обучающийся может консультироваться с преподавателем, определять наиболее эффективные методы решения поставленных задач. Если какая-то часть задания остается не выполненной, обучающийся может продолжить её выполнение во время внеаудиторной самостоятельной работы.

Для оценки полученных знаний и освоения учебного материала по каждому разделу и в целом по дисциплине преподаватель использует формы текущего контроля и контроля знаний обучающихся при проведении промежуточной аттестации.

## 2. Методические рекомендации обучающимся

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с рабочей программой, оценочными материалами, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в ЭИОС СКФ МТУСИ,

Глубина усвоения дисциплины зависит от активной и систематической работы обучающегося на лекциях и практических занятиях, а также в ходе самостоятельной работы, по изучению рекомендованной литературы.

### *2.1 Методические указания для обучающихся по подготовке к лекционным занятиям*

Важно сосредоточить внимание на содержании лекции. Это поможет лучше воспринимать учебный материал и уяснить взаимосвязь проблем по всей дисциплине.

Основное содержание лекции целесообразнее записывать в тетради в виде ключевых фраз, понятий, тезисов, обобщений, схем, опорных выводов. Необходимо обращать внимание на термины, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставлять в конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющей материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

С целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы. Для закрепления содержания лекции в памяти, необходимо во время самостоятельной работы внимательно прочесть свой конспект и дополнить его записями из учебников и рекомендованной литературы.

Конспектирование читаемых лекций и их последующая доработка способствует более глубокому усвоению знаний, и поэтому являются важной формой учебной деятельности обучающихся.

### *2.2 Методические указания для обучающихся по подготовке к лабораторным работам*

Лабораторные занятия по любой учебной дисциплине проводятся в соответствии с рабочей программой этой учебной дисциплины в установленные расписанием часы.

Инструктаж по технике безопасности, правилам пожарной безопасности и правилам внутреннего распорядка в лаборатории проводится преподавателем на первом лабораторном занятии. На этом же занятии обучающимся сообщаются:

- программа всего предстоящего лабораторного цикла;
- условия взаимодействия обучающихся с преподавателем в процессе выполнения лабораторных работ;
- условия контроля самостоятельной работы обучающихся, включая правила оформления отчетов по лабораторным работам и их последующей защиты;
- другая необходимая информация.

Организация лабораторных работ включает:

- самостоятельную внеаудиторную подготовку обучающегося к выполнению каждой отдельной лабораторной работы в соответствии с ее программой в рамках часов, выделенных на самостоятельную проработку материала в программе дисциплины;
- входной контроль преподавателем степени подготовленности каждого обучающегося к выполнению лабораторных работ;
- выполнение программы лабораторных работ в полном объеме;
- оформление отчета и его защиту каждым обучающимся в установленные сроки;
- формирование преподавателем рейтингов каждого из обучающихся по результатам выполнения и защиты им отдельных лабораторных работ и их циклов (используется Модульно-рейтинговая система).

Оценка качества выполнения лабораторных работ каждым обучающимся производится преподавателем отдельно за подготовку к работе, ее выполнение и защиту.

### 2*.3 Методические указания для обучающихся по подготовке к практическим занятиям*

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины.

При подготовке к практическому занятию целесообразно выполнить следующие рекомендации:

- изучить основную литературу; ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д.;
- при необходимости доработать конспект лекций. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

При выполнении практических занятий основным методом обучения является самостоятельная работа обучающегося под управлением преподавателя. На них пополняются теоретические знания обучающихся, их умение творчески мыслить, анализировать, обобщать изученный материал, проверяется отношение обучающихся к будущей профессиональной деятельности.

Оценка выполненной работы осуществляется преподавателем комплексно: по результатам выполнения заданий, устному сообщению и оформлению работы.

После подведения итогов занятия обучающийся обязан устранить недостатки, отмеченные преподавателем при оценке его работы.

## 3. Методические указания для обучающихся по подготовке контрольной работы

В ходе выполнения контрольной работы обучающийся решает следующие задачи:

1. Определяет параметры электромагнитных волн, распространяющихся в прямоугольном волноводе.
2. Изучает особенности распространения электромагнитных волн в прямоугольном волноводе.

Порядок выполнения контрольной работы приведен в методических материалах по ее выполнению. Критерии оценки контрольной работы приведены в оценочных материалах дисциплины.

## 4. Методические рекомендации для обучающихся по самостоятельной работе

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем), а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время включает в себя:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к лабораторным работам (практическим занятиям);
- изучения учебной и научной литературы;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к тестированию;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов по отдельным вопросам изучаемой дисциплины.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж (консультацию) с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня источников и литературы.

Обычно постановку задачи обучаемым на проведение самостоятельной работы преподаватель осуществляет на одном из занятии, предшествующему данному.

Методику самостоятельной работы все обучаемые выбирают индивидуально.