

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**Микроволновая техника**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                        |                                                               |
|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | <b>Промышленной электроники</b>                               |
| Учебный план           | v11.04.04_25_00.plx<br>11.04.04 Электроника и наноэлектроника |
| Квалификация           | <b>магистр</b>                                                |
| Форма обучения         | <b>очно-заочная</b>                                           |
| Общая трудоемкость     | <b>4 ЗЕТ</b>                                                  |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>( <b>&lt;Курс&gt;.&lt;Семестр<br/>на курсе&gt;</b> ) | <b>2 (1.2)</b> |       | Итого |       |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|
| Неделя                                                          | 16             |       |       |       |
| Вид занятий                                                     | уп             | рп    | уп    | рп    |
| Лекции                                                          | 16             | 16    | 16    | 16    |
| Лабораторные                                                    | 8              | 8     | 8     | 8     |
| Практические                                                    | 16             | 16    | 16    | 16    |
| Иная контактная<br>работа                                       | 0,35           | 0,35  | 0,35  | 0,35  |
| Консультирование<br>перед экзаменом и<br>практикой              | 2              | 2     | 2     | 2     |
| Итого ауд.                                                      | 42,35          | 42,35 | 42,35 | 42,35 |
| Контактная работа                                               | 42,35          | 42,35 | 42,35 | 42,35 |
| Сам. работа                                                     | 66             | 66    | 66    | 66    |
| Часы на контроль                                                | 35,65          | 35,65 | 35,65 | 35,65 |
| Итого                                                           | 144            | 144   | 144   | 144   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Горлин Олег Анатольевич*

Рабочая программа дисциплины

**Микроволновая техника**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и наноэлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от 22.05.2025 г. № 11

Срок действия программы: 2025-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

| <b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                         | является подготовка высококвалифицированных специалистов – кадров с квалификацией магистр, способных на современном уровне разрабатывать микроволновое оборудование для различных отраслей промышленности; проводить теоретические и экспериментальные исследования, а также проводить математическое моделирование процессов взаимодействия микроволнового излучения с различными диэлектрическими средами и материалами. |
| 1.2                                         | Микроволновая техника широко используется в радиоэлектронных системах связи, радиовещания, телевидения, телеметрии, радиолокации, радионавигации и радиоуправлении. Успехи в развитии микроволновой техники связаны, прежде всего, с использованием высокомоощного оборудования по сравнению с полупроводниковой СВЧ электроникой.                                                                                         |
| 1.3                                         | Задачи дисциплины:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.4                                         | - рассмотрение основных этапов развития научных представлений об электромагнитном поле;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.5                                         | - изучение основных величин, характеризующие электрические и магнитные поля;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.6                                         | - расширение научного кругозора и эрудиции магистрантов, овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями расчета электромагнитных полей;                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.7                                         | - практическое овладение основными экспериментальными методиками изучения электромагнитных полей в различных линиях передачи СВЧ;                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.8                                         | - выработка навыков грамотного изложения научного, экспериментального и теоретического материала в виде докладов, презентаций, научных публикаций; умения объяснить явления, обусловленные электромагнитными полями;                                                                                                                                                                                                       |
| 1.9                                         | - закрепление навыков самостоятельной учебной деятельности;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1.10                                        | - получение навыков научно-исследовательской, методической и инженерной работы;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.11                                        | - применение приобретенных теоретических и практических знаний для решения конкретных задач при прохождении учебных практик, курсовых и выпускных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.                                                                                                                                                                                                               |

| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                         | Б1.В.ДВ.01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>2.1</b>                                                                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.1.1                                                                     | Дисциплина базируется на следующих дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ОПОП «Электроника и нанoeлектроника»: «Математика», «Физика», «Численные методы в задачах электроники», «Теоретические основы электротехники», «Физические основы электроники», «Микроволновые приборы и устройства». |
| 2.1.2                                                                     | До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.1.3                                                                     | Знать: основные законы расчета электромагнитных полей, а также теоретические и практические основы проектирования радиотехнических систем специального назначения.                                                                                                                                                                                                 |
| 2.1.4                                                                     | Уметь: применять на практике основные приемы и навыки применения методов проектирования микроволновой техники;                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2.1.5                                                                     | Владеть: математическими методами в электродинамике и навыками экспериментального исследования параметров и характеристик микроволновой техники.                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>2.2</b>                                                                | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2.2.1                                                                     | Научно-исследовательская работа (часть 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.2.2                                                                     | Производственная практика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.2.3                                                                     | Расчет и проектирование микроволновых приборов и устройств                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.2.4                                                                     | Устройства информационной электроники                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2.2.5                                                                     | Эмиссионная электроника                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2.2.6                                                                     | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2.2.7                                                                     | Преддипломная практика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| <b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>                                                                                                           |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-3: Выполняет заключительный расчет и анализ параметров приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения на основе выполненных предыдущих проектов</b> |  |
| <b>ПК-3.1. Проводит предварительный расчет характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения на основе выбранных технических решений</b>       |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Знать</b><br/>основные законы расчета электромагнитных полей, а также теоретические и практические основы проектирования радиотехнических систем специального назначения.</p> <p><b>Уметь</b><br/>применять на практике основные приемы и навыки применения методов проектирования микроволновой техники.</p> <p><b>Владеть</b><br/>математическими методами в электродинамике и навыками экспериментального исследования параметров и характеристик микроволновой техники.</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ПК-5: Выполняет моделирование работы микроволновых оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений, лежащих в основе их работы**

**ПК-5.2. Проводит компьютерное моделирование функционирования микроволновых приборов и устройств на основе физических процессов и явлений, лежащих в основе их работы**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Знать</b><br/>основные методы проектирования микроволновой техники и систематизацию результатов в соответствии с поставленной задачей.</p> <p><b>Уметь</b><br/>решать задачи в области микроволновой техники связанные с разработкой и ведением проектно-конструкторской документации</p> <p><b>Владеть</b><br/>навыками в области проектирования конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями для микроволновой техники.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                             |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                               |
| 3.1.1      | основные законы расчета электромагнитных полей, а также теоретические и практические основы проектирования радиотехнических систем специального назначения; |
| 3.1.2      | основные методы проектирования микроволновой техники и систематизацию результатов в соответствии с поставленной задачей.                                    |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                               |
| 3.2.1      | применять на практике основные приемы и навыки применения методов проектирования микроволновой техники;                                                     |
| 3.2.2      | решать задачи в области микроволновой техники связанные с разработкой и ведением проектно-конструкторской документации.                                     |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                             |
| 3.3.1      | математическими методами в электродинамике и навыками экспериментального исследования параметров и характеристик микроволновой техники;                     |
| 3.3.2      | навыками в области проектирования конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями для микроволновой техники.        |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                                                          | Литература                                            | Форма контроля |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|
|             | <b>Раздел 1. Раздел 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |       |                                                                      |                                                       |                |
| 1.1         | Введение /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2              | 0     |                                                                      |                                                       |                |
| 1.2         | Электромагнитное поле как особая форма движущейся материи. Микроволновый диапазон в спектре электромагнитных колебаний. Место электродинамики среди технических дисциплин. Ее роль в решении основных задач, возникающих при изучении, исследовании и проектировании электронных приборов. Краткая история, основные этапы развития и области применения микроволновой техники. Структура курса. /Лек/ | 2              | 2     | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен        |
| 1.3         | Изучение конспекта лекций. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2              | 4     | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В                                     | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен        |
| 1.4         | Основы электродинамики /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2              | 0     |                                                                      |                                                       |                |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |                                                                      |                                                       |         |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
| 1.5 | <p>Основные уравнения электродинамики. Электромагнитные явления и современные представления об электромагнитном поле. Величины, характеризующие электрические и магнитные поля. Материальные уравнения среды. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Экспериментальное обоснование уравнений Максвелла, их физическое содержание: закон полного тока, ток смещения, закон электромагнитной индукции, закон Гаусса. Частные случаи уравнений электромагнитного поля.</p> <p>Переменные электромагнитные поля. Условия для векторов напряженности поля на границе раздела двух сред (граничные условия). Принцип перестановочной двойственности. Единственность решения уравнений электродинамики.</p> <p>Энергетические соотношения в электродинамике. Уравнение баланса энергии в интегральной форме. Поток энергии электромагнитного поля.</p> <p>Волновые уравнения и электромагнитные волны. Гармонические во времени электромагнитные поля. Уравнения электродинамики в комплексной форме. Комплексные параметры среды. Волновые уравнения для векторов поля. Волновой характер электромагнитного поля.</p> <p>Электродинамические векторный и скалярный потенциалы. Уравнения Даламбера для электродинамических потенциалов. Волновые уравнения в комплексной форме (уравнения Гельмгольца). Баланс энергии при гармонических колебаниях.</p> <p>Распространение электромагнитных волн в неограниченных средах. Особенности распространения плоских электромагнитных волн в однородных изотропных средах: диэлектрике, неидеальном проводнике, полупроводнике. Волны в гиротропных средах. Свойства намагниченного феррита на СВЧ. Эффект Фарадея. Распространение волны в поперечно-намагниченном феррите, эффект Коттона-Мутона.</p> <p>Излучение электромагнитных волн. Электрический диполь. Поле элементарного электрического диполя. Решение уравнений Даламбера (Гельмгольца) для электродинамического потенциала. Структура электромагнитного поля, излучаемого электрическим диполем. Поле в ближней и дальней зонах. Элементарный магнитный диполь. Применение принципа двойственности. Излучение элемента Гюйгенса. Щелевой вибратор. Принцип взаимности. Характеристики излучающих систем. Энергия и мощность излучения. Сопротивление излучения. Диаграмма направленности излучения. Коэффициент направленного действия.</p> <p>Отражение и преломление электромагнитных волн. Отражение и преломление плоских волн от плоской границы двух сред. Законы Снеллиуса для углов отражения и преломления. Коэффициенты отражения и преломления. Отражение от проводящих</p> | 2 | 4 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|

|     |                                                                                                                                                            |   |    |                                                                      |                                                       |         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
|     | поверхностей. Поверхностный эффект, граничные условия на поверхности проводника, глубина проникновения поля и неидеальный проводник, потери энергии. /Лек/ |   |    |                                                                      |                                                       |         |
| 1.6 | Вычисление параметров отверстия, обеспечивающих заданную ширину диаграммы направленности в Е- и Н- плоскостях. /Пр/                                        | 2 | 2  | ПК-3.1-З<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-З<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен |
| 1.7 | Разложение вынужденного поля по собственным волнам. Изучение конспекта лекций. /Ср/                                                                        | 2 | 12 | ПК-3.1-З<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-З<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен |
| 1.8 | Электродинамика микроволновых направляющих систем /Тема/                                                                                                   | 2 | 0  |                                                                      |                                                       |         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |    |                                                                      |                                                       |                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1.9  | <p>Линии передач энергии СВЧ. Направляющие системы и направленные волны. Основные типы и особенности передающих линий. Основные характеристики направляемых электромагнитных волн: постоянная распространения, фазовая постоянная, длина волны в линии передачи, фазовая и групповая скорость, дисперсия. Типы волн в линиях передачи Т, Е(ТМ), Н(ТЕ). Условия распространения волн в линиях, критическая частота, явление отсечки, запердельный волновод. Волновое и характеристическое сопротивление. Дисперсионная характеристика. Быстрые и медленные волны. Свободные волны в полых металлических волноводах. Типы волн в прямоугольном, круглом и коаксиальном волноводах. Волноводы сложного поперечного сечения. Поток энергии в линиях передачи. Максимальная передаваемая мощность. Потери в направляющих системах, коэффициент затухания.</p> <p>Полосковая, микрополосковая и щелевая линии, копланарный волновод, диэлектрические волноводы. Волны в квазистатических линиях передачи. Волны в периодических структурах. Замедляющие системы. Условия существования медленных волн. Теорема Флоке. Структура поля электромагнитной волны в плоскости поперечного сечения замедляющей системы с плоской и осевой симметрией. Пространственные гармоники, их параметры. Методы анализа замедляющих систем: электродинамический, многопроводных линий, эквивалентных схем. Основные типы замедляющих систем. Замедляющая система спираль в круглом волноводе, дисперсионная характеристика и сопротивление связи спирального проводящего цилиндра. Разновидности замедляющих систем со спиральной структурой: ленточная спираль, двухзаходная спираль, модифицированная спираль. Замедляющая система типа встречные штыри, особенности дисперсионных характеристик. Гребенчатые и резонаторные замедляющие системы, определение дисперсионных характеристик методом эквивалентных схем. /Лек/</p> | 2 | 4  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                         |
| 1.10 | <p>Построение общего вида диаграммы направленности системы элементов Гюйгенса, а также ее сечений Е- и Н- плоскостями. /Пр/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 | 4  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                         |
| 1.11 | <p>Исследование замедляющей системы типа цепочки связанных резонаторов /Лаб/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 | 2  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен,<br>Лабораторная работа |
| 1.12 | <p>Разложение вынужденного поля по собственным волнам. Подготовка к лабораторным работам</p> <p>Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 | 12 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |    |                                                                      |                                                       |                                    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.13 | Электродинамика колебательных систем/<br>Объемные резонаторы /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2 | 0  |                                                                      |                                                       |                                    |
| 1.14 | Объемные резонаторы. Особенности колебательных систем СВЧ диапазона. Свободные колебания в объемных резонаторах. Спектр собственных колебаний, собственные волновые числа. Полнота и ортогональность системы собственных функций объемного резонатора. Параметры объемных резонаторов, резонансные частоты, эквивалентное сопротивление, характеристическое сопротивление, добротность. Основные типы объемных резонаторов: резонаторы из отрезков регулярных линий, условия резонанса, структуры полей и резонансные частоты видов колебаний в резонаторах из отрезков прямоугольного, круглого, коаксиального волноводов, МПЛ. Возбуждение объемных резонаторов. Разложение поля вынужденных колебаний резонатора по собственным функциям. Учет потенциальных полей объемных резонаторов. /Лек/ | 2 | 2  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |
| 1.15 | Расчет параметров объемного резонатора различной формы. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 | 2  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |
| 1.16 | Экспериментальное определение добротности объемного резонатора с одним элементом связи /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 | 2  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен,<br>Лабораторная<br>работа |
| 1.17 | Резонаторы с квазисосредоточенными параметрами. Кольцевые резонаторы бегущей волны. Открытые резонаторы. Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 | 12 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |
| 1.18 | Микроволновые устройства. Методы анализа пассивных микроволновых устройств /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 | 0  |                                                                      |                                                       |                                    |
| 1.19 | Основные понятия теории СВЧ цепей. Математическая модель (универсальная эквивалентная схема) произвольной линии передач СВЧ. Эквивалентные параметры линии передачи: нормированные амплитуды волн напряжения и тока, волновые сопротивление и проводимость. Режим работы линии передачи при различных нагрузках: активной, реактивной, комплексной. Коэффициенты отражения и стоячей волны. Входное сопротивление линии передачи. Трансформирующие свойства отрезков линии. Круговая диаграмма полых сопротивлений (проводимостей) передающей линии. Узкополосное согласование в линиях передач. /Лек/                                                                                                                                                                                            | 2 | 2  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |
| 1.20 | Расчет основных параметров МПЛ. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 | 4  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |    |                                                                      |                                                       |                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.21 | Измерение параметров микрополосковой линии. /Лаб/                                                                                                                                                                                                                        | 2 | 2  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен,<br>Лабораторная<br>работа |
| 1.22 | Волноводный щелевой мост: устройство, принцип действия, расчет основных размеров. Мостовые соединения, выполненные на основе МПЛ (кольцевой мост и двухшлейфный ответвитель). Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/ | 2 | 12 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |
| 1.23 | Пассивные 2N-полюсники /Тема/                                                                                                                                                                                                                                            | 2 | 0  |                                                                      |                                                       |                                    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |                                                                      |                                                       |                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.24 | <p>Методы анализа пассивных микроволновых устройств. Линейные многополюсники СВЧ и их матричное описание. Импедансные и волновые матрицы. Матрица рассеивания произвольного <math>2N</math> - полюсника. Основные свойства матрицы рассеивания. Принцип декомпозиции в анализе устройств СВЧ. Системы автоматизированного проектирования устройств СВЧ.</p> <p>Элементы СВЧ трактов. Взаимные устройства СВЧ. Двухполюсники: согласованные и реактивные нагрузки. Четырехполюсники: предельные и поглощающие аттенюаторы; переходы между линиями передач различных типов. Широкополосные согласующие устройства: многоступенчатые переходы с максимально плоской и чебышевской амплитудно-частотными характеристиками; принцип действия, методика расчета, достижимые параметры. Широкополосное согласование с помощью плавных переходов. Фильтры СВЧ: типы фильтров. Прототипы СВЧ фильтров с оптимальными частотными характеристиками. Способы реализации СВЧ фильтров.</p> <p>Шестиполюсники: волноводные Е и Н тройники. Матрица рассеяния согласованного тройника. Использование тройников в качестве делителей и сумматоров мощности СВЧ колебаний.</p> <p>Резонансные двухполюсники. Объемный резонатор с одним элементом связи, как резонансный двухполюсник. Понятие внешней и нагруженной добротности. Коэффициент связи. Зависимость входной проводимости от частоты на частотах вблизи резонанса.</p> <p>Определение оптимальной величины связи при передаче энергии в резонатор и при выводе энергии из резонатора во внешнюю цепь.</p> <p>Широкополосное согласование комплексных нагрузок. Физические причины ограничения полосы согласования. Неравенства Р. М. Фано, устанавливающие связь между достижимым уровнем согласования и шириной полосы частот, в которой он достижим. Схемы широкополосного согласования резонансного двухполюсника.</p> <p>Невзаимные устройства СВЧ. Ферритовые вентили и циркуляторы с поперечно-намагниченным ферритом на эффектах "смещения поля" и "резонансного поглощения". Принцип действия, устройство при реализации на волноводе, коаксиальной линии, микрополосковой линии. /Лек/</p> | 2 | 2 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |
| 1.25 | <p>Расчет <math>S</math> – параметров пассивного обратимого четырехполюсника. Расчет восьмиполюсника /Пр/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 | 4 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен                            |
| 1.26 | <p>Экспериментальное исследование <math>S</math> – параметров пассивного обратимого четырехполюсника /Лаб/</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 | 2 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен,<br>Лабораторная<br>работа |

|      |                                                                                                                 |   |       |                                                                      |                                                       |         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
| 1.27 | Использование диодных, триодных тиристорov и симисторов в электронных схемах.<br>Изучение конспекта лекций /Ср/ | 2 | 14    | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен |
|      | <b>Раздел 2. Раздел 2</b>                                                                                       |   |       |                                                                      |                                                       |         |
| 2.1  | ИКР /Тема/                                                                                                      | 2 | 0     |                                                                      |                                                       |         |
| 2.2  | Консультации /ИКР/                                                                                              | 2 | 0,35  | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен |
| 2.3  | Консультации /Тема/                                                                                             | 2 | 0     |                                                                      |                                                       |         |
| 2.4  | Консультирование перед экзаменом и практикой /Кнс/                                                              | 2 | 2     | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен |
| 2.5  | Экзамен /Тема/                                                                                                  | 2 | 0     |                                                                      |                                                       |         |
| 2.6  | Экзамен /Экзамен/                                                                                               | 2 | 35,65 | ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-5.2-3<br>ПК-5.2-У<br>ПК-5.2-В | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 | Экзамен |

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Микроволновая техника"").

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

| №    | Авторы, составители | Заглавие                                          | Издательство, год                   | Количество/название ЭБС                                                                              |
|------|---------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Григорьев А. Д.     | Электродинамика и микроволновая техника : учебник | Санкт-Петербург: Лань, 2022, 704 с. | 978-5-8114-0706-4, <a href="https://e.lanbook.com/book/210095">https://e.lanbook.com/book/210095</a> |
| Л1.2 | Григорьев А. Д.     | Микроволновая техника : учебник для вузов         | Санкт-Петербург: Лань, 2023, 244 с. | 978-5-507-44995-8, <a href="https://e.lanbook.com/book/276554">https://e.lanbook.com/book/276554</a> |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

| №    | Авторы, составители                                                     | Заглавие                               | Издательство, год                                                  | Количество/название ЭБС                                                                                    |
|------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Астайкин А. И., Троцюк К. В., Ионова С. П., Профе В. Б., Астайкин А. И. | Теория и техника СВЧ : учебное пособие | Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2008, 464 с. | 978-5-9515-0109-7, <a href="http://www.iprbookshop.ru/18460.html">http://www.iprbookshop.ru/18460.html</a> |

| №    | Авторы, составители                                  | Заглавие                                                      | Издательство, год                                                                                                          | Количество/название ЭБС                                                                                           |
|------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.2 | Боков Л. А.,<br>Замотринский В. А.,<br>Мандель А. Е. | Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие | Томск:<br>Томский<br>государственн<br>ый<br>университет<br>систем<br>управления и<br>радиоэлектрон<br>ики, 2013, 410<br>с. | 978-5-86889-<br>578-4,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/72050.html">http://www.iprbookshop.ru/72050.html</a> |

**6.1.3. Методические разработки**

| №    | Авторы, составители                    | Заглавие                                                           | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                           |
|------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л3.1 | Глебова Т.А., Горлин О.А., Шишков А.А. | Микроволновая техника. Ч.1 : Методические указания                 | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018, | , <a href="https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1824">https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/1824</a> |
| Л3.2 | Балябин А.Н.                           | Электродинамика и техника СВЧ : Метод.указ.к лаб.работам           | Рязань, 1995, 52с.       | , 1                                                                                               |
| Л3.3 | Шишков А.А.                            | Электродинамика и микроволновая техника : Метод.указ.к лаб.работам | Рязань, 2004, 48с.       | , 1                                                                                               |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

|    |  |
|----|--|
| Э1 |  |
| Э2 |  |
| Э3 |  |

**6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем****6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

| Наименование                 | Описание              |
|------------------------------|-----------------------|
| Операционная система Windows | Коммерческая лицензия |
| Kaspersky Endpoint Security  | Коммерческая лицензия |
| Adobe Acrobat Reader         | Свободное ПО          |
| LibreOffice                  | Свободное ПО          |

**6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

|         |                                                                                                 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.2.1 | Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>         |
| 6.3.2.2 | Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|   |                                                                                                                                                                                         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 214 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий. Специализированная мебель (60 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Микроволновая техника"").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей  
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

**01.09.25** 19:40 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей  
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

**01.09.25** 19:40 (MSK)

Простая подпись