

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 **Электронных приборов**

Учебный план v11.04.04_24_00.plx
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		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 работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и 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 нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от 30.05.2024 г. № 5

Срок действия программы: 2024-2026 уч.г.

И.о. зав. кафедрой Серебряков Андрей Евгеньевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от ____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

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
Электронных приборов

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

Электронных приборов

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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 высокоомощного 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
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.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
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

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3: Выполняет заключительный расчет и анализ параметров приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения на основе выполненных предыдущих проектов

ПК-3.1. Проводит предварительный расчет характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения на основе выбранных технических решений

Знать

основные законы расчета электромагнитных полей, а также теоретические и практические основы проектирования радиотехнических систем специального назначения.

Уметь

применять на практике основные приемы и навыки применения методов проектирования микроволновой техники.

Владеть

математическими методами в электродинамике и навыками экспериментального исследования параметров и характеристик микроволновой техники.

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

Знать

основные методы проектирования микроволновой техники и систематизацию результатов в соответствии с поставленной задачей.

Уметь

решать задачи в области микроволновой техники связанные с разработкой и ведением проектно-конструкторской документации

Владеть

навыками в области проектирования конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями для микроволновой техники.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
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.
3.2	Уметь:
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.
3.3	Владеть:
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
	Раздел 1. Раздел 1					
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 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2/Л2.1 Л2.2/Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.3	Изучение конспекта лекций. /Ср/	2	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.2/Л2.1 Л2.2/Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.4	Основы электродинамики /Тема/	2	0			

1.5	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. Переменные электромагнитные поля. Условия для векторов напряженности поля на границе раздела двух сред (граничные условия). Принцип перестановочной двойственности. Единственность решения уравнений электродинамики. Энергетические соотношения в электродинамике. Уравнение баланса энергии в интегральной форме. Поток энергии электромагнитного поля. 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. Электродинамические векторный и скалярный потенциалы. Уравнения Даламбера для электродинамических потенциалов. Волновые уравнения в комплексной форме (уравнения Гельмгольца). Баланс энергии при гармонических колебаниях. 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-Муттона. 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. 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	2	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 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-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.7	Разложение вынужденного поля по собственным волнам. Изучение конспекта лекций. /Ср/	2	12	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.8	Электродинамика микроволновых направляющих систем /Тема/	2	0			

1.9	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, запредельный 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. 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/	2	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.10	Построение общего вида диаграммы направленности системы элементов Гюйгенса, а также ее сечений Е- и Н- плоскостями. /Пр/	2	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.11	Исследование замедляющей системы типа цепочки связанных резонаторов /Лаб/	2	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен, Лабораторная работа
1.12	Разложение вынужденного поля по собственным волнам. Подготовка к лабораторным работам Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. /Ср/	2	12	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен

1.13	Электродинамика колебательных систем/ 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 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.15	Расчет параметров объемного резонатора различной формы. /Пр/	2	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.16	Экспериментальное определение добротности объемного резонатора с одним элементом связи /Лаб/	2	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен, Лабораторная 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 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 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 полных сопротивлений (проводимостей) передающей линии. Узкополосное согласование в линиях передач. /Лек/	2	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.20	Расчет основных параметров МПЛ. /Пр/	2	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен

1.21	Измерение параметров микрополосковой линии. /Лаб/	2	2	ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен, Лабораторная 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-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-З ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.23	Пассивные 2N-полюсники /Тема/	2	0			

1.24	Методы анализа пассивных микроволновых устройств. Линейные многополюсники СВЧ и их матричное описание. Импедансные и волновые матрицы. Матрица рассеивания произвольного $2N$ - полюсника. Основные свойства матрицы рассеивания. Принцип декомпозиции в анализе устройств СВЧ. Системы автоматизированного проектирования устройств СВЧ. Элементы СВЧ трактов. Взаимные устройства СВЧ. Двухполюсники: согласованные и реактивные нагрузки. Четырехполюсники: предельные и поглощающие аттенуаторы; 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. Шестиполюсники: волноводные Е и Н тройники. Матрица рассеяния согласованного тройника. Использование тройников в качестве делителей и сумматоров мощности СВЧ колебаний. 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. Определение оптимальной величины связи при передаче энергии в резонатор и при выводе энергии из резонатора во внешнюю цепь. 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. 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/	2	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.25	Расчет S – параметров пассивного обратимого четырехполюсника. Расчет восьмиполюсника /Пр/	2	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
1.26	Экспериментальное исследование S – параметров пассивного обратимого четырехполюсника /Лаб/	2	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен, Лабораторная работа

1.27	Использование диодных, триодных тиристоров и симисторов в электронных схемах. Изучение конспекта лекций /Ср/	2	14	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
	Раздел 2. Раздел 2					
2.1	ИКР /Тема/	2	0			
2.2	Консультации /ИКР/	2	0,35	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
2.3	Консультации /Тема/	2	0			
2.4	Консультирование перед экзаменом и практикой /Кнс/	2	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Экзамен
2.5	Экзамен /Тема/	2	0			
2.6	Экзамен /Экзамен/	2	35,65	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-5.2-3 ПК-5.2-У ПК-5.2-В	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 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, https://e.lanbook.com/book/210095
Л1.2	Григорьев А. Д.	Микроволновая техника : учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2023, 244 с.	978-5-507-44995-8, https://e.lanbook.com/book/276554

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, http://www.iprbookshop.ru/18460.html

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

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Глебова Т.А., Горлин О.А., Шишков А.А.	Микроволновая техника. Ч.1 : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, https://elibrsreu.ru/ebs/download/1824
ЛЗ.2	Балябин А.Н.	Электродинамика и техника СВЧ : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 1995, 52с.	, 1
ЛЗ.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	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru

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.
2	321 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудование. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, лабораторных работ, текущего контроля и промежуточной аттестации. 24 места, учебно-лабораторные стенды для исследования вакуумных и полупроводниковых приборов и устройств СВЧ диапазона, осциллограф С1-67, осциллограф С1-68, осциллограф АСК-1021, ваттметр МЗ-21/а, ваттметр М4-2, ваттметр Я2М-66, ваттметр МЗ-1А, источник питания Б5-30, источник питания Б5-43, частотомер ЧЗ-46, частотомер ЧЗ-68, частотомер ЧЗ-51, частотомер ЧЗ-34, генератор сигналов Г4-83, генератор сигналов ГЗ-34, вольтметр В7-22А, индикатор коэффициента шума ЯВХ-263, ВУЧ, ЛПД, диод Ганна, специализированная мебель, магнитно-маркерная доска.

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 , Серебряков Андрей Евгеньевич, и.о. заведующего кафедры ЭП	27.08.24 17:36 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Серебряков Андрей Евгеньевич, и.о. заведующего кафедры ЭП	27.08.24 17:36 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	29.08.24 13:36 (MSK)	Простая подпись