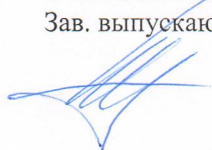


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
**"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
 В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО

Зав. выпускающей кафедры



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

А.В. Корячко



Микроэлектроника СВЧ

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой

Электронных приборов

Учебный план

11.03.03_23_00_МИРЭА.plx

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	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.	34,35	34,35	34,35	34,35
Контактная работа	34,35	34,35	34,35	34,35
Сам. работа	29	29	29	29
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Горлин Олег Анатольевич



Рабочая программа дисциплины

Микроэлектроника СВЧ

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электронных приборов

Протокол от 26.05.2023 г. № 5

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Чиркин Михаил Викторович



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Электронных приборов

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	является формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний о физических процессах, протекающих в различных СВЧ приборах, о конструктивных особенностях приборов и устройств микроволнового диапазона, о методах теоретического анализа процессов.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная практика
2.2.2	Теория надежности электронных средств
2.2.3	Теория точности в разработке конструкций и технологий
2.2.4	Тепловые процессы в электронике
2.2.5	Технологическая (проектно-технологическая)
2.2.6	Технология производства устройств автоматики и электроники
2.2.7	Автоматизированное проектирование модулей сверхвысокочастотного диапазона
2.2.8	Конструирование и разработка ВИЭ
2.2.9	Микрополосковые СВЧ устройства
2.2.10	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.11	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-3: Способен выполнять работы по конструированию блоков с низкой плотностью компоновки элементов****ПК-3.1. Выполняет компьютерное моделирование конструкций блоков с низкой плотностью компоновки элементов****Знать**

элементы начертательной геометрии и инженерной графики, геометрическое моделирование и программные средства компьютерной графики, комплекс стандартов ЕСДП, организацию электронного документооборота технической документации

Уметь

применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений и чертежей

Владеть

современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации.

ПК-4: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов**ПК-4.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения****Знать**

основные физические закономерности, лежащие в основе работы современных приборов автоматики и электроники

Уметь

строить простейшие физические и математические модели приборов и устройств различного функционального назначения с использованием средств автоматизации проектирования.

Владеть

навыками компьютерного моделирования сложных физических процессов с использованием средств автоматизации проектирования

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные физические закономерности, лежащие в основе работы современных приборов автоматики и электроники;
3.1.2	методы проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;
3.1.3	элементы начертательной геометрии и инженерной графики, геометрическое моделирование и программные средства компьютерной графики, комплекс стандартов ЕСДП, организацию электронного документооборота технической документации;
3.2	Уметь:

3.2.1	строить простейшие физические и математические модели приборов и устройств различного функционального назначения с использованием средств автоматизации проектирования;
3.2.2	проводить сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием;
3.2.3	применять интерактивные графические системы для выполнения и редактирования изображений и чертежей;
3.3 Владеть:	
3.3.1	навыками компьютерного моделирования сложных физических процессов с использованием средств автоматизации проектирования;
3.3.2	навыками по расчету и проектированию электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием;
3.3.3	современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Общие сведения о микроволнах (сверхвысоких частотах) диапазона СВЧ. Основные особенности диапазона и применения СВЧ. Общие вопросы электронных приборов СВЧ					
1.1	Общее представление о дисциплине «Микроэлектроника СВЧ». Основные цели дисциплины. Отличительные особенности микроэлектронных приборов и устройств СВЧ. Общие сведения о микроволнах (сверхвысоких частотах) диапазона СВЧ. Основные особенности диапазона и применения СВЧ. Общая характеристика микроэлектронных вакуумных и полупроводниковых приборов СВЧ. Группы сложности СВЧ. Особенности гибридно-интегральных схем и монолитных СВЧ-микросхем. Классификация активных элементов, используемых в микроэлектронике СВЧ. Ограничение выходных параметров твердотельных активных и вакуумных приборов. /Тема/	5	0			
1.2	1 /Лек/	5	1	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.3 Л1.4	
1.3	/Ср/	5	4	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.3 Л1.4	
	Раздел 2. Приборы клистронного типа («О»-типа)					

2.1	История создания клистронов. Устные высказывания проф. Д.А. Роженского о возможности «создания лампы в которой быстрые электроны догоняют медленные» (1932). Работа профессора МГУ Витта о возможности самовозбуждения колебаний в диоде при постоянном токе катода. Патенты и теоретическая работа Арсеньевой и Гейля о новом методе получения интенсивных колебаний кратчайших волн. (1934-35) Приборы Хана и Меткалфа, клистрон братьев Вариян и Хансена (1939г.). Конструкция и параметры двухрезонаторного клистрона. Главные особенности - электродинамическое управление током и наличие коллектора, размеры которого не ограничиваются длиной волны. Общие сведения по отражательному клистрону. Особенности группирования, основное уравнение группирования для отраженного клистрона и определение электронного тока. Электронная проводимость и условия самовозбуждения для отражательного клистрона. Графики установления колебаний в зависимости от амплитуды напряжения и угла пролета в пространстве отражателя. Пусковой и рабочий токи. Мощность и КПД отражательного клистрона. Объяснение закономерностей изменения КПД, амплитуды напряжения, пускового тока для различных зон. Принцип работы и основные параметры многорезонаторного клистрона. Клистроны – умножители частоты. /Тема/	5	0			
2.2	/Лек/	5	1	ПК-3.1-3 ПК-3.1-В ПК-3.1-У	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1	
2.3	/Ср/	5	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.3 Л1.4	
2.4	Однорезонаторные двухзачерные автогенераторные клистроны. Клистроны с резонаторами на виде колебаний «0». Клистроны с резонаторами на виде колебаний «π». Тенденции развития мощных клистронов. Увеличение КПД. Повышение напряжения. Повышение тока. Клистроны с большой площадью поперечного сечения электронного потока. Многолучевые клистроны. Клистроны с бегущей волной. Клистроны с двухзачерными резонаторами и распределенным взаимодействием. Клистроны с электростатической фокусировкой. Краткие исторические сведения. Первые патенты Гаева об использовании взаимодействия с бегущей волной (33г.). Работы Компфнера, Пирса. Схема конструкции и общие сведения о лампах с бегущей волной. Упрощенная линейная теория ЛБВ. Допущения теории. Три этапа теории. Получение самосогласованного уравнения для постоянной распространения в замедляющей системе и решение уравнения. Расщепление волны холодной системы на три при наличии электронного потока; появление волны нарастающей по амплитуде, определяющей усиление в ЛБВ. /Тема/	5	0			

2.5	/Лек/	5	1	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.3 Л1.4Л2.1	
2.6	/Ср/	5	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.3 Л1.4Л2.1	
2.7	Исследование многорезонаторного клистрона /Лаб/	5	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-В ПК-3.1-У	Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1	
	Раздел 3. Приборы магнетронного «М»-типа. Приборы с (сеточным) управлением током катода					
3.1	Краткая история развития. Движение электронов в магнитном и электрическом полях. Критическое магнитное поле (условие отсечки точки). Многорезонаторные магнетроны. Общие сведения. Резонансная система многорезонаторного магнетрона. Виды колебаний. Методы разделения колебаний по частоте и стабилизации рабочего вида. Электронные процессы в многорезонаторном магнетроне. Условия синхронизма вида колебаний с точки зрения дискретного взаимодействия и бегущей волны. Магнетроны как приборы с бегущей волной. Образование переменного тока в приборах магнетронного типа. Сортировка (сепарация) электронов. Преимущество магнетронов: передается потенциальная энергия электронов, синхронизм не нарушается, что обеспечивающее более высокий КПД. Разогрев катода обратными электронами. Вторичная эмиссия. Холодные катоды. Фазовая фокусировка (группирование) электронов. Распределение пространственного заряда в работающем магнетроне и общая картина электронных процессов. Электронный КПД многорезонаторного магнетрона. Рабочие характеристики многорезонаторного магнетрона. Магнетроны перестраиваемые по частоте напряжением (митроны). Классификационные признаки приборов М типа. ЛОВ типа М. Дематрон. Волноводный усилительный магнетрон. /Тема/	5	0			
3.2	/Лек/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.4Л2.1	
3.3	/Ср/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.4Л2.1	

3.4	Амплитрон. Отличительные черты амплитрона по сравнению с усилителями других типов. Отличия амплитрона от многорезонаторного магнетрона. Сравнение «О» и «М»-типов приборов. Общая характеристика приборов с управлением токов катода. Проводимость диода на СВЧ при малых колебаниях. Уравнения Гринберга и Левеллина. Диодные СВЧ генераторы (малые колебания). Входная проводимость лампы, работающей по схеме с общим катодом. Особенности схемы с общей сеткой. Входная проводимость, устойчивость схемы к самовозбуждению. Произведение коэффициента усиления на полосу пропускания как важный параметр. Соотношения для определения этого параметра для схемы с общей сеткой. Особенности работы приборов при больших амплитудах напряжения. Ток катода в поле СВЧ. Процессы в промежутках катод-сетка, сетка-анод. Факторы электронного и не электронного характера, приводящие к снижению КПД при повышении частоты. Особенности работы тетродов на СВЧ. Основные вехи развития этого класса приборов. Лампа Гаева с индукционным выходом -первый электронный прибор, в котором использовался эффект наведенных токов. Особенности триодов Девяткова. Маячковые лампы. Металлокерамические и титанокерамические лампы (ТКЛ), модули СВЧ на ТКЛ. Резнотрон, коакситрон, тристрон, клистрон, как лампа Гаева, «придетая в современные одежды». Приборы СВЧ вакуумной микроэлектроники. Проекты диодов-генераторов СВЧ с автоэлектронным и термоэлектронным катодами. /Тема/	5	0			
3.5	/Лек/	5	1	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.4	
3.6	/Ср/	5	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.4	
3.7	Исследование многорезонаторного магнетрона /Лаб/	5	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.4 Э2 Э3 Э4	
	Раздел 4. Пассивные микроэлектронные устройства СВЧ. Устройства СВЧ на полупроводниковых диодах с положительным динамическим сопротивлением					

4.1	Линии передачи СВЧ. Микрополосковая линия (МПЛ). Волновое сопротивление МПЛ и потери в МПЛ. Щелевая и копланарная линии. Сравнительные данные по характеристикам линий передач. Элементы и узлы интегральных схем СВЧ. Индуктивности, емкости, резисторы и согласованные нагрузки. Резонаторы на линиях передачи и диэлектрических структурах. Фильтры СВЧ. Полосы пропускания и заграждения. Фильтры нижних и верхних частот в устройствах СВЧ. Детекторные и смесительные устройства СВЧ. Назначение, требования к детекторным и смесительным диодам. Математические модели диодов. Конструкции, параметры диодов и устройств. Устройства СВЧ на диодах с управляемой емкостью (варакторных диодах). Структура, вольт-фарадная характеристика, эквивалентная схема варактора. Параметры и применение варикапов Варакторные умножители частоты (УЧ). Принцип работы УЧ. Принципиальная схема УЧ последовательного типа. Режимы работы умножительных диодов (УД). Требования к УД. Умножительные диоды с накоплением заряда (ДНЗ) Параметры и применение УЧ. Параметрические усилители (ПУ). Принцип работы ПУ Схема двухконтурного ПУ отражательного типа. Классификация ПУ. Параметры и применение ПУ /Тема/	5	0			
4.2	/Лек/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.5	
4.3	/Ср/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.5	
4.4	Варакторный умножитель частоты /Лаб/	5	4	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.5	
	Раздел 5. Полупроводниковые управляющие устройства СВЧ.					
5.1	Полупроводниковые СВЧ-выключатели на р-і-п-диодах. Структура, эквивалентная схема и принцип действия р-і-п-диода. Параметры и применение р-і-п-диодов. Самоуправляемые устройства СВЧ на ограничительных диодах. Функциональная схема, принцип действия ограничительных устройств Параметры и применение ограничительных устройств /Тема/	5	0			
5.2	/Лек/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.3 Л1.5	
5.3	/Ср/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.3 Л1.5	
	Раздел 6. Устройства СВЧ на полупроводниковых диодах с отрицательным динамическим сопротивлением					

6.1	Туннельные диоды (ТД). Энергетическая диаграмма и принцип работы ТД. Применение и параметры устройств на ТД. Физические процессы в диоде Ганна. Междолинный переход электронов. Отрицательная дифференциальная проводимость (ОДП). Объемная электрическая неустойчивость в полупроводниках с ОДП. Критерий вида неустойчивости. Образование домена в образцах с ОДП Вольтамперная характеристика диода Ганна с доменной неустойчивостью Устройства СВЧ на диоде Ганна. Эквивалентная схема генератора на диоде Ганна. Режимы работы диода Ганна в генераторах (пролетный, с задержкой образования домена, с гашением домена, с ограниченным накоплением объемного заряда и гибридный режим) Конструкции и параметры генераторов на диодах Ганна. Перестройка частоты генераторов на диодах Ганна. Усилители на диодах Ганна. Устройства СВЧ на лавинно-пролетном диоде (ЛПД). Физические процессы в ЛПД. Режимы работы ЛПД (пролетный и аномальный). Вольтамперная характеристика ЛПД. Эквивалентная схема генератора на ЛПД и принцип работы ЛПД в пролетном режиме. Электронные процессы в областях умножения и дрейфа ЛПД. Образование отрицательной динамической проводимости в пролетном режиме. Электронный КПД генераторов на ЛПД. Структуры ЛПД. Двухпролетные ЛПД Работа автогенератора на ЛПД в аномальном режиме. Конструкции и параметры генераторов на ЛПД. Многодиодные автогенераторы. Особенности усилителей на ЛПД /Тема/	5	0			
6.2	/Лек/	5	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.2 Л1.3 Э2 Э3 Э4	
6.3	/Ср/	5	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.2 Л1.3 Э2 Э3 Э4	
6.4	Генератор СВЧ на диоде Ганна /Лаб/	5	4	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.2 Л1.3 Э2 Э3 Э4	
	Раздел 7. Усилители СВЧ на транзисторах. Перспективные транзисторы на «горячих» электронах и с гетеропереходами					
7.1	Особенности биполярных СВЧ-транзисторов. Основные факторы, ограничивающие возможность использования НЧ-транзисторов в СВЧ-диапазоне. Структуры СВЧ-транзисторов. Эквивалентная схема биполярного СВЧ-транзистора Схемы усилителей на биполярных СВЧ-транзисторах. Параметры усилителей. Усилители СВЧ на полевых транзисторах. Устройство полевого СВЧ-транзистора с барьером Шотки. Эквивалентная схема полевого СВЧ – транзистора. Частотные свойства транзистора. Параметры усилителей СВЧ на полевых транзисторах Перспективные транзисторы на «горячих» электронах и с гетеропереходами. /Тема/	5	0			

7.2	/Лек/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.2 Л1.4	
7.3	/Ср/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-В ПК-4.1-У	Л1.2 Л1.4	
	Раздел 8. Состояние микроэлектроники СВЧ в настоящее время. Направления развития					
8.1	Направление развития микроэлектроники СВЧ. Новые методы генерации СВЧ и новые приборы особенно в субмиллиметровом диапазоне . Преодоление ограничений связанных с главными особенностями приборов СВЧ. Пространственно развитые системы. Внедрение нетрадиционных электродинамических систем СВЧ в различных типах приборов. Миниатюризация СВЧ электроники. Вопросы создания новых технологий и конструкций. Компьютерное моделирование для анализа электронных СВЧ процессов, электродинамических и электронно-оптических систем, автоматизированного проектирования приборов. Состояние микроэлектроники СВЧ в настоящее	5	0			
8.2	/Лек/	5	2	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.3	
8.3	/Ср/	5	5	ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л1.1 Л1.3	
	Раздел 9. Промежуточная аттестация					
9.1	Сдача экзамена /Тема/	5	0			
9.2	/ИКР/	5	0,35	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В		
9.3	Консультирование перед экзаменом /Кнс/	5	2	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В		
9.4	/Экзамен/	5	44,65	ПК-4.1-3 ПК-4.1-У ПК-4.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

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
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Соколова Ж. М.	Микроволновые приборы и устройства : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2009, 272 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/13945.html
Л1.2	Соколова Ж. М.	Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012, 283 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/13961.html
Л1.3	Куш Г. Г., Соколова Ж. М., Шангина Л. И.	Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012, 414 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/14020.html
Л1.4	Петрушанский М. Г.	Электронные приборы СВЧ : учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017, 107 с.	978-5-7410-1838-5, http://www.iprbookshop.ru/78927.html
Л1.5	Щука А.А.	Электроника : Учеб.	СПб.:БХВ-Петербург, 2006, 800с.	5-94157-461-4, 1
6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	под ред. И.В.Лебедева	Электронные устройства СВЧ	М.: Радиотехника, 2008, 352с.	978-5-88070-183-4, 1
6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Глебова Т.А., Горлин О.А., Юркин В.И., Шишков А.А.	Микроволновые приборы и устройства. Ч.1: Клитроны : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2019,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1912
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Информационная образовательная среда			

Э2	Электронно-библиотечная система "IPRbooks"
Э3	Электронно-библиотечная система "Лань"
Э4	Электронная библиотека РГРТУ
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
LibreOffice	Свободное ПО
Firefox	Свободное ПО
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1	358 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (200 мест), компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Методическое обеспечение дисциплины приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Электроника СВЧ")