

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

**Физические основы технологии производства
приборов и устройств электроники
рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Промышленной электроники**

Учебный план v11.04.04_25_00.plx
11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	10			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	10	10	10	10
Лабораторные	10	10	10	10
Практические	10	10	10	10
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	30,25	30,25	30,25	30,25
Контактная работа	30,25	30,25	30,25	30,25
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Грачев Евгений Юрьевич

Рабочая программа дисциплины

Физические основы технологии производства приборов и устройств электроники

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 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной электроники

Протокол от 22.05.2025 г. № 11

Срок действия программы: 2025-2029 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 _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	«Физические основы технологии производства приборов и устройств электроники» является формированием у студентов твердых теоретических знаний и практических навыков в области технологии производства приборов и устройств электроники.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Защита и коммерциализация интеллектуальной собственности	
2.1.2	Методы исследования состава вещества	
2.1.3	Силовая электроника	
2.1.4	Электрические приводы мехатронных и промышленных устройств	
2.1.5	Энергоэффективные способы охлаждения мощных электронных приборов и устройств	
2.1.6	Методы исследования состава и структуры поверхности	
2.1.7	Методы исследования состава и структуры поверхности	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

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

ПК-1: Способен проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов и оборудования производства приборов, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-1.1. Проводит сравнение характеристик и параметров существующих материалов, технологических процессов и оборудования с характеристиками и параметрами перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства приборов, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Знать

современные материалы и технологии, применяемые в устройствах микро и нанoeлектроники различного назначения

Уметь

выполнять сравнительный анализ современных материалов, технологических процессов и оборудования применяемых на производствах устройств микро и нанoeлектроники

Владеть

современными средствами проектирования электронных приборов и устройств микро и нанoeлектроники

ПК-1.2. Собирает и систематизирует информацию о перспективных материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве приборов, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Знать

основные аспекты и технологические процессы производства современных материалов и номенклатуру технологического оборудования различного функционального назначения

Уметь

собирать и систематизировать информацию о перспективных материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве приборов, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Владеть

навыками сбора информации о перспективных материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве приборов, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-2: Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок

ПК-2.1. Проведит анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний

Знать

современное состояние дел в области технологий микро и нанoeлектроники

Уметь

собирать и анализировать научную информацию, работать с информационными системами научной информации и базами данных научных публикаций

Владеть

навыками работы с базами данных научных публикаций

ПК-2.2. Проводит обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний

Знать
современное состояние дел в области технологий производства приборов и устройств микро и наноуровня
Уметь
проводить поиск и сравнительный анализ существующих направлений исследований в заданной предметной области
Владеть
навыками работы с базами данных научных публикаций

ПК-3: Способен выполнять работы по проектированию устройств и установок электроники и нанoeлектроники

ПК-3.1. Разрабатывает расписание работы по проектированию устройств и установок электроники и нанoeлектроники

Знать
основные этапы работ по проектированию устройств и установок электроники и нанoeлектроники
Уметь
проводить планирование и выполнять расчет трудозатрат этапов НИР и НИОКР
Владеть
навыками планирования этапов НИР и НИОКР

ПК-3.2. Проводит обоснование целесообразности проведения разработки устройств и установок электроники и нанoeлектроники

Знать
современное состояние дел в области технологий устройств и установок электроники и нанoeлектроники
Уметь
определять необходимость выполнения НИР/НИОКР для разработки устройств и установок электроники и нанoeлектроники
Владеть
навыками выполнения НИР и НИОКР в области устройств и установок электроники и нанoeлектроники

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	современные материалы и технологии, применяемые в устройствах микро и нанoeлектроники различного назначения, основные аспекты и технологические процессы производства современных материалов и номенклатуру технологического оборудования различного функционального назначения, современное состояние дел в области технологий микро и нанoeлектроники, основные этапы работ по проектированию устройств и установок электроники и нанoeлектроники, современное состояние дел в области технологий устройств и установок электроники и нанoeлектроники.
3.2	Уметь:
3.2.1	выполнять сравнительный анализ современных материалов, технологических процессов и оборудования применяемых на производствах устройств микро и нанoeлектроники, собирать и систематизировать информацию о перспективных материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве приборов, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, собирать и анализировать научную информацию, работать с информационными системами научной информации и базами данных научных публикаций, проводить поиск и сравнительный анализ существующих направлений исследований в заданной предметной области, проводить планирование и выполнять расчет трудозатрат этапов НИР и НИОКР, определять необходимость выполнения НИР/НИОКР для разработки устройств и установок электроники и нанoeлектроники.
3.3	Владеть:
3.3.1	современными средствами проектирования электронных приборов и устройств микро и нанoeлектроники, навыками сбора информации о перспективных материалах, технологических процессах и оборудовании, используемых в производстве приборов, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, навыками работы с базами данных научных публикаций, навыками планирования и выполнения НИР и НИОКР в области устройств и установок электроники и нанoeлектроники.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Физические основы технологии производства приборов и устройств электроники					
1.1	Введение /Тема/	3	0			

1.2	Предмет дисциплины и ее задачи. Связь дисциплины с другими разделами дисциплинами специальности. /Лек/	3	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Контрольные вопросы
1.3	Технологии производства электронных средств. Производственный и технологический процессы /Тема/	3	0			
1.4	Этапы развития технологии радиоэлектронных средств. Типы производств. Основные определения процессов и операций технологии производства РЭА. Этапы производственного процесса. Средства технологического оснащения производства РЭА /Лек/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1	Контрольные вопросы
1.5	Этапы развития технологии радиоэлектронных средств. Типы производств. Основные определения процессов и операций технологии производства РЭА. Этапы производственного процесса. Средства технологического оснащения производства РЭА /Лаб/	3	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет

1.6	Этапы развития технологии радиоэлектронных средств. Типы производств. Основные определения процессов и операций технологии производства РЭА. Этапы производственного процесса. Средства технологического оснащения производства РЭА /Пр/	3	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет
1.7	Этапы развития технологии радиоэлектронных средств. Типы производств. Основные определения процессов и операций технологии производства РЭА. Этапы производственного процесса. Средства технологического оснащения производства РЭА /Ср/	3	11	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Устный опрос
1.8	Этапы развития технологии радиоэлектронных средств. Типы производств. Основные определения процессов и операций технологии производства РЭА. Этапы производственного процесса. Средства технологического оснащения производства РЭА /Зачёт/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Вопросы к зачету
1.9	Технология изготовления печатных плат /Тема/	3	0			

1.10	Классификация печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем: основные технологии. Сеткографический метод. Материалы сеток. Фотохимический метод. Химическое травление и металлизация. Технологии химической и электрохимической металлизации. Основные технологические аспекты гальванотехники. Химическая металлизация /Лек/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Контрольные вопросы
1.11	Классификация печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем: основные технологии. Сеткографический метод. Материалы сеток. Фотохимический метод. Химическое травление и металлизация. Технологии химической и электрохимической металлизации. Основные технологические аспекты гальванотехники. Химическая металлизация /Лаб/	3	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет
1.12	Классификация печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем: основные технологии. Сеткографический метод. Материалы сеток. Фотохимический метод. Химическое травление и металлизация. Технологии химической и электрохимической металлизации. Основные технологические аспекты гальванотехники. Химическая металлизация /Пр/	3	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет

1.13	Классификация печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем: основные технологии. Сеткографический метод. Материалы сеток. Фотохимический метод. Химическое травление и металлизация. Технологии химической и электрохимической металлизации. Основные технологические аспекты гальванотехники. Химическая металлизация /Ср/	3	14	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Устный опрос
1.14	Классификация печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем: основные технологии. Сеткографический метод. Материалы сеток. Фотохимический метод. Химическое травление и металлизация. Технологии химической и электрохимической металлизации. Основные технологические аспекты гальванотехники. Химическая металлизация /ИКР/	3	0,25	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Вопросы к зачету
1.15	Классификация печатных плат. Материалы для изготовления печатных плат. Формирование рисунка схем: основные технологии. Сеткографический метод. Материалы сеток. Фотохимический метод. Химическое травление и металлизация. Технологии химической и электрохимической металлизации. Основные технологические аспекты гальванотехники. Химическая металлизация /Зачёт/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-З ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Вопросы к зачету
1.16	Технологии сборки и монтажа компонентов на печатных платах /Тема/	3	0			

1.17	Понятие ручной, механизированной и автоматизированной сборки. Подготовка компонентов РЭА к монтажу. Пенное и волновое флюсование выводов. Технологический процесс монтажа компонентов на печатной плате. Основные методы выполнения электрических соединений /Лек/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Контрольные вопросы
1.18	Понятие ручной, механизированной и автоматизированной сборки. Подготовка компонентов РЭА к монтажу. Пенное и волновое флюсование выводов. Технологический процесс монтажа компонентов на печатной плате. Основные методы выполнения электрических соединений /Лаб/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет
1.19	Понятие ручной, механизированной и автоматизированной сборки. Подготовка компонентов РЭА к монтажу. Пенное и волновое флюсование выводов. Технологический процесс монтажа компонентов на печатной плате. Основные методы выполнения электрических соединений /Пр/	3	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет

1.20	Понятие ручной, механизированной и автоматизированной сборки. Подготовка компонентов РЭА к монтажу. Пенное и волновое флюсование выводов. Технологический процесс монтажа компонентов на печатной плате. Основные методы выполнения электрических соединений /Ср/	3	14	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Устный опрос
1.21	Понятие ручной, механизированной и автоматизированной сборки. Подготовка компонентов РЭА к монтажу. Пенное и волновое флюсование выводов. Технологический процесс монтажа компонентов на печатной плате. Основные методы выполнения электрических соединений /Зачёт/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Вопросы к зачету
1.22	Физико-химические основы пайки и сварки /Тема/	3	0			
1.23	Подготовка поверхности. Активация соединяемых металлов. Взаимодействие металла с припоем. Кристаллизация. Материалы для пайки. Флюсы. Припой. Очистные жидкости. Технология групповой пайки погружением. Пайка волнами припоя. Пайка концентрированными потоками энергии. Инфракрасная пайка. Лазерная пайка. Ультразвуковая сварка. Термокомпрессионная сварка. Сварка взрывом /Лек/	3	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Контрольные вопросы

1.24	Подготовка поверхности. Активация соединяемых металлов. Взаимодействие металла с припоем. Кристаллизация. Материалы для пайки. Флюсы. Припои. Очистные жидкости. Технология групповой пайки погружением. Пайка волнами припоя. Пайка концентрированными потоками энергии. Инфракрасная пайка. Лазерная пайка. Ультразвуковая сварка. Термокомпрессионная сварка. Сварка взрывом /Лаб/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет
1.25	Подготовка поверхности. Активация соединяемых металлов. Взаимодействие металла с припоем. Кристаллизация. Материалы для пайки. Флюсы. Припои. Очистные жидкости. Технология групповой пайки погружением. Пайка волнами припоя. Пайка концентрированными потоками энергии. Инфракрасная пайка. Лазерная пайка. Ультразвуковая сварка. Термокомпрессионная сварка. Сварка взрывом /Пр/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет
1.26	Подготовка поверхности. Активация соединяемых металлов. Взаимодействие металла с припоем. Кристаллизация. Материалы для пайки. Флюсы. Припои. Очистные жидкости. Технология групповой пайки погружением. Пайка волнами припоя. Пайка концентрированными потоками энергии. Инфракрасная пайка. Лазерная пайка. Ультразвуковая сварка. Термокомпрессионная сварка. Сварка взрывом /Ср/	3	12	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Устный опрос

1.27	Подготовка поверхности. Активация соединяемых металлов. Взаимодействие металла с припоем. Кристаллизация. Материалы для пайки. Флюсы. Припой. Очистные жидкости. Технология групповой пайки погружением. Пайка волнами припоя. Пайка концентрированными потоками энергии. Инфракрасная пайка. Лазерная пайка. Ультразвуковая сварка. Термокомпрессионная сварка. Сварка взрывом /Зачёт/	3	1	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Вопросы к зачету
1.28	Современные технологии микро- и нанoeлектроники. Нано-технология и нанoeлектроника /Тема/	3	0			
1.29	Атомно-слоевое фотонно-индуцированное осаждение. Инструменты нанотехнологии. Формирование микроконтактов. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Принципы изготовления рентгеношаблонов. Принципы построения LIGA станции. Электронно-лучевая технология. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Эффузионные ячейки. Дифракция быстрых электронов. МОС-гидридная и газофазная эпитаксия. Технологические особенности газофазной эпитаксии. Технологические особенности жидкофазной эпитаксии /Лек/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Контрольные вопросы
1.30	Атомно-слоевое фотонно-индуцированное осаждение. Инструменты нанотехнологии. Формирование микроконтактов. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Принципы изготовления рентгеношаблонов. Принципы построения LIGA станции. Электронно-лучевая технология. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Эффузионные ячейки. Дифракция быстрых электронов. МОС-гидридная и газофазная эпитаксия. Технологические особенности газофазной эпитаксии. Технологические особенности жидкофазной эпитаксии /Лаб/	3	4	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет

1.31	Атомно-слоевое фотонно-индуцированное осаждение. Инструменты нанотехнологии. Формирование микроконтактов. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Принципы изготовления рентгеношаблонов. Принципы построения LIGA станции. Электронно-лучевая технология. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Эффузионные ячейки. Дифракция быстрых электронов. МОС-гидридная и газофазная эпитаксия. Технологические особенности газофазной эпитаксии. Технологические особенности жидкофазной эпитаксии /Пр/	3	2	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Отчет
1.32	Атомно-слоевое фотонно-индуцированное осаждение. Инструменты нанотехнологии. Формирование микроконтактов. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Принципы изготовления рентгеношаблонов. Принципы построения LIGA станции. Электронно-лучевая технология. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Эффузионные ячейки. Дифракция быстрых электронов. МОС-гидридная и газофазная эпитаксия. Технологические особенности газофазной эпитаксии. Технологические особенности жидкофазной эпитаксии /Ср/	3	18	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Устный опрос
1.33	Атомно-слоевое фотонно-индуцированное осаждение. Инструменты нанотехнологии. Формирование микроконтактов. LIGA-технология для создания микросистемной техники. Принципы изготовления рентгеношаблонов. Принципы построения LIGA станции. Электронно-лучевая технология. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Эффузионные ячейки. Дифракция быстрых электронов. МОС-гидридная и газофазная эпитаксия. Технологические особенности газофазной эпитаксии. Технологические особенности жидкофазной эпитаксии /Зачёт/	3	1,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В ПК-3.1-3 ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-3 ПК-3.2-У ПК-3.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.3 Э1	Вопросы к зачету

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины

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	Каменская А. В.	Основы технологии материалов микроэлектроники : учебно-методическое пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010, 96 с.	978-5-7782-1420-0, http://www.iprbookshop.ru/45129.html
Л1.2	Брусницына Л. А., Степановских Е. И., Марков В. Ф.	Технология изготовления печатных плат : учебное пособие	Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015, 200 с.	978-5-7996-1380-8, http://www.iprbookshop.ru/66137.html
Л1.3	Растворова И. И., Терехов В. Г., Растворова И. И.	Электроника и наноэлектроника : учебное пособие	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2016, 205 с.	978-5-94211-763-4, http://www.iprbookshop.ru/71712.html
Л1.4	Мылов Г.В., Медведев А.М., Дрожжин И.В.	Материалы компонентов радиоэлектронных средств. Печатные платы: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: КУРС, 2023,	, https://elibrsr.eu.ru/ebs/download/3626

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Драгунов В. П., Остертак Д. И.	Микро- и наноэлектроника : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012, 38 с.	978-5-7782-2095-9, http://www.iprbookshop.ru/45107.html
Л2.2	Глущенко А. Г., Глущенко Е. П.	Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие	Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017, 269 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/75388.html

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Под ред.Ченга Л.,Плога К.;Пер.с англ.под ред.Алферова Т.И.,Шмарцева Ю.В.	Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры	М.:Мир, 1989, 584с.	5-03-000737-7, 1
Л3.2	Уточкин Г.В., Петров Е.Ф., Двойнин В.Н.	Элементы микросхем : Метод.указ.к лаб.работам по курсу "Микроэлектроника"	Рязань, 2000, 40с.	, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.3	Карабанов С.М., Чижигов А.Е.	Технология материалов и изделий электронной техники. Пленочная электроника : учеб. пособие	Рязань, 2009, 128с.	978-5-7722-0293-7, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «Лань»
----	--

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
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
MATLAB R2010b	Бессрочно. Matlab License 666252

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	103 лабораторный корпус. помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс. Специализированная мебель (24 посадочных места), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	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

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

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

13.10.25 17:33 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

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

13.10.25 17:33 (MSK)

Простая подпись