

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

Технология изделий микро- и наноэлектроники
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Микро- и наноэлектроники
Учебный план	11.03.04_24_00.plx 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	48	48	48	48
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	98,35	98,35	98,35	98,35
Контактная работа	98,35	98,35	98,35	98,35
Сам. работа	46	46	46	46
Часы на контроль	35,65	35,65	35,65	35,65
Итого	180	180	180	180

г. Рязань

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доц., Рыбин Николай Борисович

Рабочая программа дисциплины

Технология изделий микро- и нанoeлектроники

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от 29.05.2024 г. № 9

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

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

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
Микро- и нанoeлектроники

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
Микро- и нанoeлектроники

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

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование профессиональных знаний в области технологии изделий микро- и нанoeлектроники в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Задачи:
1.3	- изучение методов производства и очистки полупроводниковых материалов;
1.4	- изучение методов механической и химической обработки материалов микро- и нанoeлектроники;
1.5	- изучение методов создания структур микро- и нанoeлектроники;
1.6	- формирование навыков и умений исследовательской и инженерной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
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	Преобразовательная техника
2.2.2	Системы сбора и обработки информации
2.2.3	Электронные цепи
2.2.4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Тонкопленочные структуры в электронике
2.2.6	Физические основы методов анализа вещества
2.2.7	Преддипломная практика
2.2.8	Производственная практика
2.2.9	Масс - спектрометрия в органической химии
2.2.10	Современные технологии MEMS компонентов

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

ПК-3: Способен разрабатывать и анализировать технологические процессы изготовления устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-3.1. Разрабатывает технологические процессы изготовления устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения на основе базовых технологических процессов

Знать

основные базовые технологические процессы микро- и нанoeлектроники, принципы работы технологических установок

Уметь

выбирать и обосновывать последовательность и режимы технологических операций при создании изделий микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения

Владеть

математическим аппаратом для расчета физических процессов создания изделий микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения

ПК-3.2. Проводит анализ технических требований, предъявляемых к изделиям электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Знать

требования, предъявляемые к изделиям микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения

Уметь

проводить анализ требований, предъявляемых к изделиям микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения

Владеть

навыками проведения анализа требований, предъявляемых к изделиям микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	базовые концепции и модели общей физики, квантовой физики, статистической физики, химии, материаловедения.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачами исследования и моделирования физических процессов микро- и нанoeлектроники.

3.3	Владеть:
3.3.1	работы с программными средствами, применение которых возможно при исследовании и моделировании физических процессов микро- и нанoeлектроники.

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 дисциплине. Полупроводниковые материалы.					
1.1	Общие сведения о дисциплине. Полупроводниковые материалы. /Тема/	6	0			
1.2	Общие сведения о дисциплине. Полупроводниковые материалы. Глубокая очистка материалов. Синтез полупроводниковых соединений. /Лек/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
1.3	Полупроводниковые материалы. Синтез полупроводниковых соединений. /Пр/	6	2	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
1.4	Глубокая очистка материалов. Синтез полупроводниковых соединений. /Ср/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 2. Технология полупроводниковых монокристаллов.					
2.1	Технология полупроводниковых монокристаллов. /Тема/	6	0			
2.2	Технология полупроводниковых монокристаллов. Метод Чохральского. Метод зонной плавки. /Лек/	6	6	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
2.3	Технология полупроводниковых монокристаллов. Метод Чохральского. Метод зонной плавки. /Пр/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

2.4	Технология полупроводниковых монокристаллов. Метод Чохральского. Метод зонной плавки. /Ср/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 3. Механическая обработка материалов.					
3.1	Механическая обработка материалов. /Тема/	6	0			
3.2	Механическая обработка материалов: резка, скрайбирование, шлифовка, полировка. /Лек/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
3.3	Механическая обработка материалов. /Пр/	6	2	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
3.4	Механическая обработка материалов: резка, скрайбирование, шлифовка, полировка. /Ср/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 4. Химическая обработка материалов.					
4.1	Химическая обработка материалов. /Тема/	6	0			
4.2	Химическая обработка материалов. /Лек/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

4.3	Химическая обработка материалов. /Пр/	6	2	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
4.4	Химическая обработка материалов. Жидкостное химическое травление, плазмо-химическое травление. /Ср/	6	4	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 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 5. Методы эпитаксиального осаждения.					
5.1	Методы эпитаксиального осаждения. /Тема/	6	0			
5.2	Методы эпитаксиального осаждения. Особенности эпитаксии кремния, германия, арсенида галлия. Эпитаксия из жидкой фазы. Эпитаксия из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. /Лек/	6	6	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
5.3	Методы эпитаксиального осаждения. Особенности эпитаксии кремния, германия, арсенида галлия. /Пр/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
5.4	Эпитаксия из жидкой фазы. Эпитаксия из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. /Ср/	6	6	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 6. Диэлектрические пленки.					
6.1	Диэлектрические пленки. /Тема/	6	0			

6.2	Диэлектрические пленки. Окисление кремния. Осаждение диэлектрических пленок. /Лек/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
6.3	Изучение процесса термического окисления кремния /Лаб/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
6.4	Диэлектрические пленки. Окисление кремния. Осаждение диэлектрических пленок. /Пр/	6	2	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
6.5	Диэлектрические пленки. Окисление кремния. Осаждение диэлектрических пленок. /Ср/	6	6	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 7. Фотолитография.					
7.1	Фотолитография. /Тема/	6	0			
7.2	Фотолитография. Фоторезисты. Фотошаблоны и способы их получения. Рентгеновская фотолитография. /Лек/	6	6	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
7.3	Фотолитография. Фоторезисты. Фотошаблоны и способы их получения. /Пр/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

7.4	Рентгеновская фотолиитография. /Ср/	6	6	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 8. Диффузия.					
8.1	Диффузия. /Тема/	6	0			
8.2	Диффузия. Распределение примеси при диффузии. Методы расчета диффузионных структур. /Лек/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
8.3	Расчет диффузионных структур. /Лаб/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
8.4	Моделирование технологических режимов процесса диффузии при формировании биполярной транзисторной структуры. /Лаб/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
8.5	Диффузия. Распределение примеси при диффузии. Методы расчета диффузионных структур. /Пр/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
8.6	Диффузия. Распределение примеси при диффузии. Методы расчета диффузионных структур. /Ср/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 9. Ионная имплантация.					

9.1	Ионная имплантация. /Тема/	6	0			
9.2	Ионная имплантация. Технологические особенности ионной имплантации. Методы расчета ионно-имплантированных структур. /Лек/	6	6	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
9.3	Ионная имплантация. /Лаб/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
9.4	Ионная имплантация. Методы расчета ионно-имплантированных структур. /Пр/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
9.5	Ионная имплантация. Технологические особенности ионной имплантации. /Ср/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 10. Получение структур методом напыления.					
10.1	Получение структур методом напыления. /Тема/	6	0			
10.2	Ионная имплантация. Технологические особенности ионной имплантации. Методы расчета ионно-имплантированных структур. /Лек/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
10.3	Получение структур методом напыления. Термическое испарение в вакууме. Катодное распыление. Ионно-плазменное распыление. /Пр/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

10.4	Изготовление межэлементных соединений. Защита поверхности полупроводниковых структур. /Ср/	6	4	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 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Экзамен.
	Раздел 11. Промежуточная аттестация.					
11.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/	6	0			
11.2	Подготовка к экзамену. /Экзамен/	6	35,65	ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В		Контрольные вопросы.
11.3	Консультация перед экзаменом. /Кнс/	6	2	ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В		
11.4	Приём экзамена. /ИКР/	6	0,35	ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-3.2-З ПК-3.2-У ПК-3.2-В		Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Технология изделий микро- и нанoeлектроники"").

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	Рамбиди Н.Г., Березкин А.В.	Физические и химические основы нанотехнологий	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 456с.	978-5-9221- 0988-8
Л1.2	Старостин В.В.	Материалы и методы нанотехнологий : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431с.	978-5-9963- 0346-5
Л1.3	Раскин А.А., Прокофьева В.К.	Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 164с.	978-5-94774- 909-0
Л1.4	Рощин В.М., Силибин М.В.	Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 180с.	978-5-94774- 910-6

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.5	Юсупов А. Р., Кондратьев Д. В.	Материалы и методы нанотехнологий	Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2020, 99 с.	978-5-907176-81-2, https://e.lanbook.com/book/170438
6.1.2. Дополнительная литература				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Коледов Л. А.	Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок	Санкт-Петербург: Лань, 2009, 400 с.	978-5-8114-0766-8, https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=192
Л2.2	Черняев А.В.	Метод ионной имплантации в технологии приборов и интегральных схем на арсениде галлия	М.: Радио и связь, 1990, 88с.	5-256-00740-8
Л2.3	Коледов Л.А.	Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб. для вузов	М.: Радио и связь, 1989, 400с.	5-256-00142-6
Л2.4	Маллер Р., Кейминс Т.	Элементы интегральных схем	М.: Мир, 1989, 630с.	5-03-001100-5
Л2.5	Покровский Ф.Н.	Материалы и компоненты радиоэлектронных средств : Учеб. пособие для вузов	М.: Горячая линия-Телеком, 2005, 350с.	5-93517-215-1
Л2.6	Неволин В.К.	Зондовые нанотехнологии в электронике	М.: Техносфера, 2005, 152с.	5-94836-054-7
Л2.7	Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В.	Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : учеб. пособие	СПб.: Лань, 2008, 336с.	978-5-8114-0827-6
Л2.8	Королев М.А., Крупкина Т.Ю., Ревелева М.А.	Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, 397с.	978-5-94774-336-4
6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Авачев А.П., Вековищев К.С., Воробьев Ю.В., Воробьева Ю.В.	Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники. Ч.2 : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2013,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/608

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.2	Авачев А.П., Воробьева Ю.В., Мишустин В.Г., Фомин П.А.	Физико-химические основы технологических процессов микро- и наноэлектроники. Ч.1 : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2011,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/965
ЛЗ.3	Авачев А.П., Воробьева Ю.В., Мишустин В.Г., Фомин П.А.	Физико-химические основы технологических процессов микро- и наноэлектроники : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2011, 48с.	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт кафедры микро- и наноэлектроники РГРТУ. http://www.rsreu.ru/faculties/fe/kafedri/mnel
Э2	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа: по паролю. http://window.edu.ru/
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам, режим доступа: по паролю. http://window.edu.ru/
Э4	Интернет Университет Информационных Технологий. http://www.intuit.ru/
Э5	Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. https://iprbookshop.ru/
Э6	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. https://www.e.lanbook.com
Э7	Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. http://elib.rsreu.ru/

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 XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Операционная система MS DOS	Бессрочно. Корпоративная лицензия Microsoft Imagine Membership ID 700565239
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная Аудитория для хранения и ремонта оборудования 2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест
3	333 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (80 мест), мультимедийное оборудование, компьютер, доска.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Технология изделий микро- и наноэлектроники").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

23.08.24 19:11 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

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

30.08.24 10:32 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
НАЧАЛЬНИКОМ УРОП

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна
Александровна, Начальник УРОП

30.08.24 10:38 (MSK)

Простая подпись