

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

Технологические процессы 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 **2 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	31	31	31	31
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	72	72	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Зубков Михаил Владимирович

Рабочая программа дисциплины

Технологические процессы 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 перечисленных ниже компетенций и систематических знаний в области технологических процессов, применяемых в нанoeлектронике.
1.2	Задачи:
1.3	- изучение основных закономерностей технологических процессов изготовления наноразмерных элементов и структур;
1.4	- формирование навыков работы на технологическом оборудовании, применяемом при изготовлении компонентов нанoeлектроники;
1.5	- формирование представления о методах контроля параметров и свойств наноразмерных объектов;
1.6	- получение навыков научно-исследовательской и инженерной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная практика
2.2.2	Схемотехника
2.2.3	Тепловые процессы в электронике
2.2.4	Элементы электронной техники
2.2.5	Аналитические приборы и методы в электронике
2.2.6	Методы сопряжения вычислительных систем с объектами управления
2.2.7	Научно-исследовательская практика
2.2.8	Преобразовательная техника
2.2.9	Системы сбора и обработки информации
2.2.10	Цифровая электроника
2.2.11	Электронные и ионные приборы
2.2.12	Электронные цепи
2.2.13	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.14	САПР устройств электроники
2.2.15	Тонкопленочные структуры в электронике
2.2.16	Физические основы методов анализа вещества
2.2.17	Преддипломная практика
2.2.18	Производственная практика
2.2.19	Схемотехника микрoэлектромеханических устройств
2.2.20	Интеллектуальные датчики
2.2.21	Сложнофункциональные электронные блоки
2.2.22	Интеллектуальные адаптивные материалы
2.2.23	Оптоэлектронные приборы и их применение
2.2.24	Сложнофункциональные аналоговые устройства

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

ПК-1: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов	
ПК-1.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	

Знать принципы схемотехнического моделирования и исследования характеристик электронных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Уметь строить физические и математические модели электронных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Владеть навыками компьютерного моделирования электронных приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.
--

ПК-2: Способен анализировать, систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения

ПК-2.1. Анализирует научные данные, результаты экспериментов и наблюдений

Знать методики проведения исследований параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Уметь проводить исследования характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Владеть навыками компьютерной обработки данных результатов экспериментов и наблюдений.

ПК-2.2. Систематизирует и обобщает результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

Знать основы систематизации и обобщения результатов исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, стандарты представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций. Уметь систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций. Владеть навыками работы с компьютерными программами по обработке и анализу исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, по подготовке материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.
--

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основы физики вакуума, плазмы и твердого тела, принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле; основные проблемы и особенности современного этапа развития науки о технологических процессах микро- и наноэлектроники.
3.2	Уметь:
3.2.1	применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с поставленной задачей проводить расчеты физико-химических закономерностей, отражающих взаимосвязь между составом, структурой, свойствами и условиями получения полупроводниковых материалов и приборов, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы.
3.3	Владеть:
3.3.1	разработки нормативно-технической документации в области изделий современной микро- и наноэлектроники; грамотным физическим научным языком; международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей; навыками измерения основных физических величин.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение.					
1.1	Введение. /Тема/	5	0			

1.2	Предмет дисциплины, ее задачи. Цели и задачи нанотехнологий. Основные понятия и определения. Физические и технологические проблемы и ограничения микроминиатюризации полупроводниковых устройств. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
1.3	Понятие мезоскопического размера. Классификация наноматериалов по техническому назначению, составу и свойствам. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
1.4	Классификация наноматериалов по техническому назначению, составу и свойствам. Цели и задачи нанотехнологий. /Ср/	5	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 2. Виды материалов наноэлектроники.					
2.1	Виды материалов наноэлектроники. /Тема/	5	0			
2.2	Золи, гели, суспензии, коллоидные растворы, матрично-изолированные кластерные сверхструктуры, фуллерены, фуллереноподобные материалы, углеродные нанотрубки и их производные, полимеры, сверхрешетки, биомембраны, самоорганизующиеся среды. /Лек/	5	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
2.3	Материалы на основе наноструктурных элементов. Нанокристаллы. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка. Самоорганизующиеся упорядоченные пористые материалы. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
2.4	Материалы электроники для нанотехнологий. Кремний и его модификации. Пористый кремний. Гетероструктуры на основе твердых растворов АЗВ5. Гетероструктуры с двумерным электронным газом. Гетероструктуры с квантовыми ямами. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.

2.5	Материалы на основе нитридов и их применение. Проблемы подложек и выращивание буферных слоев. Металлические нанокластеры. Конструкционные материалы для несущих конструкций изделий микро- и наносистемной техники. Функциональные материалы микро- и наносистемной техники. /Лек/	5	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
2.6	Золи, гели, суспензии, коллоидные растворы, матрично-изолированные кластерные сверхструктуры, фуллерены, фуллереноподобные материалы, углеродные нанотрубки и их производные, полимеры, сверхрешетки, биомембраны, самоорганизующиеся среды. /Ср/	5	8	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
	Раздел 3. Базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов и компонентов наноэлектроники.					
3.1	Базовые технологические процессы и оборудование, применяемые в производстве материалов и компонентов наноэлектроники. /Тема/	5	0			
3.2	Методы синтеза нанокристаллических порошковых материалов. Газофазный метод. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Метод термического разложения и восстановления. Методы механосинтеза, детонационного синтеза и электровзрыва. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
3.3	Основы технологии углеродных нанотрубок. Схема установки для получения угле-родных нанотрубок методом лазерной абляции. Дуговой способ получения углеродных нанотрубок. Метод пиролиза углеводородов. Синтез из углеродсодержащих газов. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
3.4	Технология поликристаллических алмазов. Технология алмазных и алмазоподобных пленок. Технология металлоорганических соединений. Технология некристаллических материалов. Технология изготовления металлических и полупроводниковых наноточек, нанонитей литографическими методами. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
3.5	Эпитаксиальные методы получения материалов микросистемной техники. Гомо- и гетероэпитаксия. Физическое осаждение из паровой фазы. Получение аморфных, поликристаллических и монокристаллических пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия элементарных полупроводников и полупроводников на основе соединений АЗВ5, осаждение пленок диэлектриков и металлов. /Лек/	5	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.

3.6	Химическое осаждение из газовой фазы: основные закономерности и методика. Эпитаксия из металлоорганических соединений и летучих неорганических гидридов. Механизмы гетероэпитаксиального роста: Франка-ван-дер-Верме, Фольмера-Вебера, Странского-Крастанова. Ионный синтез наноструктур. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе. /Лек/	5	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
3.7	Технология двумерных гетероэпитаксиальных полупроводниковых систем. Традиционные технологические циклы изготовления интегральных схем, адаптированные для создания трехмерных механических структур: объемная микрообработка, поверхностная микрообработка, технология LIGA. /Лек/	5	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
3.8	Ионный синтез наноструктур. Процессы самоорганизации наноструктур при ионном синтезе. Технология двумерных гетероэпитаксиальных полупроводниковых систем. Традиционные технологические циклы изготовления интегральных схем, адаптированные для создания трехмерных механических структур: объемная микрообработка, поверхностная микрообработка, технология LIGA. /Ср/	5	7	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Зачёт.
	Раздел 4. Свойства материалов нанoeлектроники.					
4.1	Свойства материалов нанoeлектроники. /Тема/	5	0			
4.2	Свойства наноматериалов. Механические, теплофизические, физико-химические, электрофизические, магнитные, оптические. Критерии выбора и совместимость наноматериалов. Кристаллохимическая и термомеханическая совместимость. Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов. /Лек/	5	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
4.3	Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов. Принципы выбора полупроводниковых материалов. Материаловедческие проблемы в создании микро- и наносистемных устройств. Роль размерных эффектов в физико-химических и механических свойствах наноматериалов. /Лек/	5	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
4.4	Свойства наноматериалов. Механические, теплофизические, физико-химические, электрофизические, магнитные, оптические. Критерии выбора и совместимость наноматериалов. Кристаллохимическая и термомеханическая совместимость. Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов. Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов. /Ср/	5	6	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Зачёт.
	Раздел 5. Технологические особенности изготовления современных приборов нанoeлектроники.					
5.1	Технологические особенности изготовления современных приборов нанoeлектроники. /Тема/	5	0			

5.2	Функционально-активные материалы для электростатических, электромагнитных, пьезоэлектрических, оптических, электрооптических и термоэлектрических преобразователей энергии, движения, информации. Гетероструктуры с высокой плотностью двумерного электронного газа (ДЭГ). Транзисторы с высокой подвижностью электронов (НЕМТ-транзисторы). /Лек/	5	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
5.3	Структуры на микроскопически упорядоченных фасетированных поверхностях. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников. Перспективы изготовления электронных приборов с применением нанотрубок. Перспективы создания эффективных миниатюрных и сверхминиатюрных систем, обусловленные особыми физико-механическими свойствами наноматериалов. /Лек/	5	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Зачёт.
5.4	Функционально-активные материалы для электростатических, электромагнитных, пьезоэлектрических, оптических, электрооптических и термоэлектрических преобразователей энергии, движения, информации. /Ср/	5	8	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчёт. Зачёт.
Раздел 6. Промежуточная аттестация.						
6.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/	5	0			
6.2	Подготовка к зачёту. /Зачёт/	5	8,75	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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		Контрольные вопросы.
6.3	Приём зачёта. /ИКР/	5	0,25	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-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		Контрольные вопросы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Технологические процессы наноэлектроники").

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	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
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	Батурин В. К., Ратников В. П., Останина О. А., Уледова И. А., Чурочкина Л. С., Скрипкина Ж. Б., Подвойская Л. Т., Юдин В. В., Батурин В. К.	Социология : учебник для студентов вузов	Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017, 487 с.	978-5-238-02266-6, http://www.iprbookshop.ru/71057.html
Л2.2	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
Л2.3	Маллер Р., Кейминс Т.	Элементы интегральных схем	М.:Мир, 1989, 630с.	5-03-001100-5
Л2.4	Покровский Ф.Н.	Материалы и компоненты радиоэлектронных средств : Учеб.пособие для вузов	М.:Горячая линия-Телеком, 2005, 350с.	5-93517-215-1
Л2.5	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

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.6	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

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт кафедры микро- и нанoeлектроники РГРТУ. http://www.rsreu.ru/faculties/fe/kafedri/mnel
Э2	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа: по паролю. http://cdo.rsreu.ru/
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам, режим доступа: по паролю. http://window.edu.ru/
Э4	Интернет Университет Информационных Технологий. http://window.edu.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
LabVIEW	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
---------	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	267 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, доска. Мультимедийное оборудование, компьютер.
2	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
3	341 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием столы лабораторные (22 шт.), доска магнитно-маркерная, экран настенный, 5 компьютеров, блок питания ВИП-01 0(3 шт.), вольтметры В7-21А (3 шт.), В7-21, В7-35 (3 шт.), осциллографы С1-64А (3 шт.), С1-75, измерители Е4-7, Е9-4
4	343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная Аудитория для хранения и ремонта оборудования 2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины (методические указания по дисциплине, методические рекомендации к выполнению заданий, контрольные вопросы и задания, тестовые задания, задания для самостоятельной работы и др.)	Методическое обеспечение дисциплины (методические указания по дисциплине, методические рекомендации к выполнению заданий, контрольные вопросы и задания, тестовые задания, задания для самостоятельной работы и др.)	Методическое обеспечение дисциплины (методические указания по дисциплине, методические рекомендации к выполнению заданий, контрольные вопросы и задания, тестовые задания, задания для самостоятельной работы и др.)	Методическое обеспечение дисциплины (методические указания по дисциплине, методические рекомендации к выполнению заданий, контрольные вопросы и задания, тестовые задания, задания для самостоятельной работы и др.)	Методическое обеспечение дисциплины (методические указания по дисциплине, методические рекомендации к выполнению заданий, контрольные вопросы и задания, тестовые задания, задания для самостоятельной работы и др.)
Методические указания по дисциплине "Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование"	Методические указания по дисциплине "Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование"	Методические указания по дисциплине "Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование"	Методические указания по дисциплине "Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование"	Методические указания по дисциплине "Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование"
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП
ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ
23.08.24 19:09 (MSK)	23.08.24 19:09 (MSK)	23.08.24 19:09 (MSK)	23.08.24 19:09 (MSK)	23.08.24 19:09 (MSK)
Простая подпись	Простая подпись	Простая подпись	Простая подпись	Простая подпись
ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП
29.08.24 11:42 (MSK)	29.08.24 11:42 (MSK)	29.08.24 11:42 (MSK)	29.08.24 11:42 (MSK)	29.08.24 11:42 (MSK)
Простая подпись	Простая подпись	Простая подпись	Простая подпись	Простая подпись