

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

**Фундаментальные основы физики наносистем и
нанотехнологий**
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Микро- и наноэлектроники
Учебный план	v11.04.04_24_00.plx 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Квалификация	магистр
Форма обучения	очно-заочная
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	10			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	20	20	20	20
Лабораторные	10	10	10	10
Практические	20	20	20	20
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	52,35	52,35	52,35	52,35
Контактная работа	52,35	52,35	52,35	52,35
Сам. работа	119	119	119	119
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	216	216	216	216

г. Рязань

Программу составил(и):

д. ф.-м.н., зав. каф., Литвинов Владимир Георгиевич

Рабочая программа дисциплины

Фундаментальные основы физики наносистем и нанотехнологий

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Микро- и нанoeлектроники

Протокол от 29.05.2024 г. № 9

Срок действия программы: 2024-2027 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 базовых знаний и умений в области физики наносистем и нанотехнологий в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и 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	- обучение фундаментальным основам физики наносистем и нанотехнологий;
1.4	- обучение методологическим основам физики наносистем и способам их практического использования;
1.5	- развитие умений применения на практике методологии научных исследований;
1.6	- развитие навыков грамотного изложения научного, экспериментального и теоретического материала в виде докладов, презентаций, научных публикаций;
1.7	- развитие навыка самостоятельной учебной деятельности;
1.8	- развитие навыков научно-исследовательской, методической и инженерной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Интеллектуальные материалы и структуры в электронике
2.1.2	Микро- и наносенсоры
2.1.3	Нанoeлектроника
2.1.4	Управление свойствами наноматериалов и наноструктур
2.1.5	Адаптивные материалы
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 совершенствовать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур****ПК-1.1. Модернизирует существующие и внедряет новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур**

Знать	существующие методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур.
Уметь	модернизировать существующие и внедрять новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур.
Владеть	навыками модернизации существующих и внедрением новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур.

ПК-1.2. Модернизирует существующие и внедряет новые процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Знать	существующие процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.
Уметь	модернизировать существующие и внедрять новые процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.
Владеть	навыками модернизации существующих и внедрением новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

ПК-2: Способен руководить подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур**ПК-2.1. Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур**

Знать основные процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.
Уметь организовывать и контролировать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.
Владеть навыками проведения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

ПК-2.2. Разрабатывает планы и графики работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур

Знать основы разработки планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.
Уметь разрабатывать планы и графики работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.
Владеть навыками разработки планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

ПК-3: Способен разрабатывать и моделировать конструкции и топологии изделий "система в корпусе"

ПК-3.1. Разработка архитектуры изделий "система в корпусе"

Знать основы разработки архитектуры изделий "система в корпусе".
Уметь разрабатывать архитектуру изделий "система в корпусе".
Владеть навыками работы с компьютерными программами для разработки архитектуры изделий "система в корпусе".

ПК-3.2. Расчет, моделирование и трассировка отдельных частей изделий "система в корпусе"

Знать основы расчета, моделирования и трассировки отдельных частей изделий "система в корпусе".
Уметь расчитывать, моделировать и проводить трассировку отдельных частей изделий "система в корпусе".
Владеть навыками работы с компьютерными программами по расчету, моделированию и трассировки отдельных частей изделий "система в корпусе".

ПК-4: Способен разрабатывать эскизный проект, структурную схему, схемотехническую модель и электрическую принципиальную схему "системы в корпусе"

ПК-4.1. Разработка функциональной схемы изделий "система в корпусе"

Знать основы разработки функциональной схемы изделий "система в корпусе".
Уметь разрабатывать функциональную схему изделий "система в корпусе".
Владеть навыками работы с компьютерными программами по разработке функциональной схемы изделий "система в корпусе".

ПК-4.2. Выбирает материалы и электронные компоненты для конструкции изделий "система в корпусе"

Знать основные принципы выбора материалов и электронных компонентов для конструкции изделий "система в корпусе".
Уметь выбирать материалы и электронные компоненты для конструкции изделий "система в корпусе".
Владеть навыками выбора материалов и электронных компонентов для конструкции изделий "система в корпусе".

ПК-4.3. Разрабатывает топологию отдельных блоков изделий "система в корпусе"

Знать основы разработки топологии отдельных блоков изделий "система в корпусе".
Уметь разрабатывать топологию отдельных блоков изделий "система в корпусе".
Владеть навыками работы с компьютерными программами по разработке топологии отдельных блоков изделий "система в корпусе".

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные понятия и законы физики.
3.2	Уметь:

3.2.1	самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области физики наносистем и нанотехнологий для целей развития электроники, нанoeлектроники и нанотехнологий.
3.3 Владеть:	
3.3.1	способами самообразования и получения современной информации о путях развития научных основ физики наносистем и нанотехнологий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение. Предмет дисциплины и ее задачи.					
1.1	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.
1.2	Введение. Предмет дисциплины и ее задачи. /Лек/	3	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.5 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
	Раздел 2. Атомы, молекулы и наносистемы.					
2.1	Атомы, молекулы и наносистемы. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.

2.2	Атомы, молекулы и наносистемы. /Лек/	3	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.5 Л1.6 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
2.3	Физические основы атомно-силовой микроскопии. /Пр/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

2.4	Атомы, молекулы и наносистемы. /Ср/	3	19	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 3. Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда.					
3.1	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.
3.2	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Лек/	3	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.5 Л1.6 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

3.3	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Пр/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
3.4	Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Ср/	3	20	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 4. Углеродные наноструктуры.					
4.1	Углеродные наноструктуры. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.

4.2	Углеродные наноструктуры. /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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
4.3	Углеродные наноструктуры. /Пр/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

4.4	Углеродные наноструктуры. /Ср/	3	20	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 5. Наносистемы и квантовая оптика.					
5.1	Наносистемы и квантовая оптика. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.
5.2	Наносистемы и квантовая оптика. /Лек/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

5.3	Наносистемы и квантовая оптика. /Пр/	3	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
5.4	Наносистемы и квантовая оптика. /Ср/	3	20	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 6. Спинтронные наносистемы.					
6.1	Спинтронные наносистемы. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.

6.2	Спинтронные наносистемы. /Лек/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
6.3	Спинтронные наносистемы. /Пр/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.

6.4	Спинтронные наносистемы. /Ср/	3	20	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 7. Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем.					
7.1	Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.
7.2	Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем. /Лек/	3	4	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.

7.3	Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем. /Пр/	3	8	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Контрольная работа.
7.4	Физические основы атомно-силовой микроскопии. /Лаб/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

7.5	Физические основы сканирующей туннельной микроскопии. /Лаб/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
7.6	Изучение полупроводниковых наноструктур электрическими методами. /Лаб/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

7.7	Исследование нанообъектов методом растровой электронной микроскопии. /Лаб/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.
7.8	Исследование наносистем методом рентгеновского энергодисперсионного микроанализа. /Лаб/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Л3.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

7.9	Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем. /Ср/	3	20	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Аналитический отчет. Экзамен.
	Раздел 8. Заключение.					
8.1	Заключение. /Тема/	3	0			Аналитический отчет. Экзамен.
8.2	Заключение. /Лек/	3	1	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.1 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	Экзамен.
	Раздел 9. Промежуточная аттестация.					
9.1	Подготовка к аттестации, иная контактная работа /Тема/	3	0			

9.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	3	44,65	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
9.3	Консультация перед экзаменом /Кнс/	3	2	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В		

9.4	Прием экзамена /ИКР/	3	0,35	ПК-1.1-З ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-З ПК-1.2-В ПК-2.1-З ПК-2.1-У 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 ПК-4.1-З ПК-4.1-У ПК-4.1-В ПК-4.2-З ПК-4.2-У ПК-4.2-В ПК-4.3-З ПК-4.3-У ПК-4.3-В		
-----	----------------------	---	------	--	--	--

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Фундаментальные основы физики наносистем и нанотехнологий").

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	Сергеев Н. А., Рябушкин Д. С.	Физика наносистем : монография	Москва: Логос, 2015, 192 с.	978-5-98704-833-7, http://www.iprbookshop.ru/33418.html
Л1.2	Давыдов С. Ю., Лебедев А. А., Посредник О. В.	Элементарное введение в теорию наносистем	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 192 с.	978-5-8114-1565-6, https://e.lanbook.com/book/168631
Л1.3	Литвинов В.Г.	Фундаментальные основы физики наносистем : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2017,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1275
Л1.4	Литвинов В.Г., Ермачихин А.В.	Физика наносистем : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2017,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1276
Л1.5	Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В., Литвинов В.Г., Ермачихин А.В.	Методы зондовой микроскопии : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1281

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.6	Щука А.А.	Нанoeлектроника : учеб. пособие для вузов	М.: Физматлит, 2007, 463с.	978-5-89155-163-3
Л1.7	Шишкин Г.Г., Агеев И.М.	Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства : учеб. пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, 408с.	978-5-9963-0638-1
Л1.8	Данилин А. А., Лавренко Н. С.	Измерения в радиоэлектронике	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 408 с.	978-5-8114-2238-8, https://e.lanbook.com/book/167327
Л1.9	Игнатов А. Н.	Микросхемотехника и нанoeлектроника	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 528 с.	978-5-8114-1161-0, https://e.lanbook.com/book/167901
Л1.10	Смирнов Ю. А., Соколов С. В., Титов Е. В.	Основы нано- и функциональной электроники	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 320 с.	978-5-8114-1378-2, https://e.lanbook.com/book/168521

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Суздалев И.П.	Нанотехнология.Физико-химия нанокластеров,наноструктур и наноматериалов	М.:КомКнига, 2006, 592с.	5-484-00243-5
Л2.2	Миронов В.Л.	Основы сканирующей зондовой микроскопии : учеб. пособие для вузов	М.: Техносфера, 2005, 143с.	5-94836-034-2
Л2.3	Пул. Ч.- мл., Оуэнс Ф.	Нанотехнологии : учеб. пособие	М.: Техносфера, 2009, 336с.	978-5-94836-201-4

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Авачев А.П., Литвинов В.Г., Митрофанов К.В., Мишустин В.Г.	Зондовые методы исследования материалов и структур электроники : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2011, 48с.	
Л3.2	Литвинов В.Г., Мальченко С.И., Рыбин Н.Б., Ермачихин А.В.	Методы исследования материалов и структур электроники : метод.указ. к лаб. работам	Рязань, 2012, 40 с.	
Л3.3	Литвинов В.Г., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В., Ермачихин А.В.	Квантовая физика : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2014, 24с.	

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.4	Литвинов В.Г., Рыбин Н.Б., Рыбина Н.В., Ермачихин А.В., Кусакин Д.С.	Физика наносистем : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2015, 24с.	
ЛЗ.5	Холомина Т.А., Евдокимова Е.Н.	Подготовка студентов к текущему и промежуточному контролю освоения компетенций : метод. указ.	Рязань, 2016, 16с.	
ЛЗ.6	Литвинов В.Г., Ермачихин А.В.	Физика наносистем : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2017, 32с.	
ЛЗ.7	Литвинов В. Г.	Фундаментальные основы физики наносистем : учебное пособие	Рязань: РГРТУ, 2017, 48 с.	, https://e.lanbook.com/book/168081

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: 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	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
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	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 "Фундаментальные основы физики наносистем и нанотехнологий").

		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 19:23 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ	23.08.24 19:23 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	29.08.24 11:53 (MSK)	Простая подпись