

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

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
А.В. Корячко

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

Закреплена за кафедрой **Микро- и наноэлектроники**  
Учебный план 11.04.04\_23\_00.plx  
11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
Квалификация **магистр**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>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<br>работа                          | 0,35    | 0,35  | 0,35  | 0,35  |
| Консультирование<br>перед экзаменом и<br>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   |

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 микроэлектроника (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и микроэлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 27.01.2023 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Микро- и микроэлектроники**

Протокол от 23.05.2023 г. № 10

Срок действия программы: 2023-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Микро- и нанoeлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**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 \_\_\_\_\_

| 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:                                                  | Б1.В                                                                                                                  |
| 2.1                                                                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |
| 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                                                                   |
| 2.2                                                                | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1                                                              | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |
| 2.2.2                                                              | Преддипломная практика                                                                                                |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-2: Способен руководить подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| <b>ПК-2.1. Организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <b>Знать</b><br>основные процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.<br><b>Уметь</b><br>организовывать и контролировать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.<br><b>Владеть</b>                                                                                                                                                                                                            |  |
| <b>ПК-2.2. Разрабатывает планы и графики работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| <b>Знать</b><br>основы разработки планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.<br><b>Уметь</b><br>разрабатывать планы и графики работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.<br><b>Владеть</b><br>навыками разработки планов и графиков работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. |  |
| <b>ПК-1: Способен совершенствовать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| <b>ПК-1.1. Модернизирует существующие и внедряет новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Знать</b><br>существующие методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур.<br><b>Уметь</b><br>модернизировать существующие и внедрять новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур.<br><b>Владеть</b><br>навыками модернизации существующих и внедрением новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур.    |  |
| <b>ПК-1.2. Модернизирует существующие и внедряет новые процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| <b>Знать</b><br>существующие процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.<br><b>Уметь</b><br>модернизировать существующие и внедрять новые процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.<br><b>Владеть</b><br>навыками модернизации существующих и внедрением новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. |  |
| <b>ПК-3: Способен разрабатывать и моделировать конструкции и топологии изделий "система в корпусе"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| <b>ПК-3.1. Разработка архитектуры изделий "система в корпусе"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| <b>Знать</b><br>основы разработки архитектуры изделий "система в корпусе".<br><b>Уметь</b><br>разрабатывать архитектуру изделий "система в корпусе".<br><b>Владеть</b><br>навыками работы с компьютерными программами для разработки архитектуры изделий "система в корпусе".                                                                                                                                          |  |
| <b>ПК-3.2. Расчет, моделирование и трассировка отдельных частей изделий "система в корпусе"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| <b>Знать</b><br>основы расчета, моделирования и трассировки отдельных частей изделий "система в корпусе".<br><b>Уметь</b><br>рассчитывать, моделировать и проводить трассировку отдельных частей изделий "система в корпусе".<br><b>Владеть</b><br>навыками работы с компьютерными программами по расчету, моделирования и трассировки отдельных частей изделий "система в корпусе".                                   |  |
| <b>ПК-4: Способен разрабатывать эскизный проект, структурную схему, схемотехническую модель и электрическую принципиальную схему "системы в корпусе"</b>                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| <b>ПК-4.1. Разработка функциональной схемы изделий "система в корпусе"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| <b>Знать</b><br>основы разработки функциональной схемы изделий "система в корпусе".<br><b>Уметь</b><br>разрабатывать функциональную схему изделий "система в корпусе".<br><b>Владеть</b><br>навыками работы с компьютерными программами по разработке функциональной схемы изделий "система в корпусе".                                                                                                                |  |
| <b>ПК-4.2. Выбирает материалы и электронные компоненты для конструкции изделий "система в корпусе"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| <b>Знать</b><br>основные принципы выбора материалов и электронных компонентов для конструкции изделий "система в корпусе".<br><b>Уметь</b><br>выбирать материалы и электронные компоненты для конструкции изделий "система в корпусе".<br><b>Владеть</b><br>навыками выбора материалов и электронных компонентов для конструкции изделий "система в корпусе".                                                          |  |
| <b>ПК-4.3. Разрабатывает топологию отдельных блоков изделий "система в корпусе"</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| <b>Знать</b><br>основы разработки топологии отдельных блоков изделий "система в корпусе".<br><b>Уметь</b><br>разрабатывать топологию отдельных блоков изделий "система в корпусе".<br><b>Владеть</b><br>навыками работы с компьютерными программами по разработке топологии отдельных блоков изделий "система в корпусе".                                                                                              |  |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                     |
| 3.1.1      | основные понятия и законы физики. |

|            |                                                                                                                                                                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                              |
| 3.2.1      | самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области физики наносистем и нанотехнологий для целей развития электроники, наноэлектроники и нанотехнологий. |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                            |
| 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                |
|                                               | <b>Раздел 1. Введение. Предмет дисциплины и ее задачи.</b> |                |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |                               |
| 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-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.5Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                      |
|                                               | <b>Раздел 2. Атомы, молекулы и наносистемы.</b>            |                |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |                               |
| 2.1                                           | Атомы, молекулы и наносистемы. /Тема/                      | 3              | 0     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      | Аналитический отчет. Экзамен. |

|     |                                                    |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                     |
|-----|----------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|
| 2.2 | Атомы, молекулы и наносистемы. /Лек/               | 3 | 4 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.5 Л1.6<br>Л1.10Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.            |
| 2.3 | Физические основы атомно-силовой микроскопии. /Пр/ | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7               | Контрольная работа. |

|     |                                                                                                                                         |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 2.4 | Атомы, молекулы и наносистемы. /Ср/                                                                                                     | 3 | 19 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л12.1 Л12.2 Л12.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                   | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 3. Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда.</b> |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                                  |
| 3.1 | Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Тема/           | 3 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
| 3.2 | Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Лек/            | 3 | 4  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.5 Л1.6<br>Л1.10Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |

|     |                                                                                                                             |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|
| 3.3 | Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Пр/ | 3 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Контрольная работа.           |
| 3.4 | Атомные кластеры, нанотрубки, нанопроволоки, квантовые точки, системы с пониженной размерностью газа носителей заряда. /Ср/ | 3 | 20 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7     | Аналитический отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 4. Углеродные наноструктуры.</b>                                                                                  |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                               |
| 4.1 | Углеродные наноструктуры. /Тема/                                                                                            | 3 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Аналитический отчет. Экзамен. |

|     |                                 |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                               |                     |
|-----|---------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|
| 4.2 | Углеродные наноструктуры. /Лек/ | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-У<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.7 Л1.8<br>Л1.9Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.            |
| 4.3 | Углеродные наноструктуры. /Пр/  | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В                         | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Контрольная работа. |

|     |                                                  |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               |                               |
|-----|--------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 4.4 | Углеродные наноструктуры. /Ср/                   | 3 | 20 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                  | Аналитический отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 5. Наносистемы и квантовая оптика.</b> |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               |                               |
| 5.1 | Наносистемы и квантовая оптика. /Тема/           | 3 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 5.2 | Наносистемы и квантовая оптика. /Лек/            | 3 | 2  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.7 Л1.8<br>Л1.9Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                      |

|     |                                           |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                               |
|-----|-------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|
| 5.3 | Наносистемы и квантовая оптика. /Пр/      | 3 | 4  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Контрольная работа.           |
| 5.4 | Наносистемы и квантовая оптика. /Ср/      | 3 | 20 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7     | Аналитический отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 6. Спинтронные наносистемы.</b> |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |                               |
| 6.1 | Спинтронные наносистемы. /Тема/           | 3 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  | Аналитический отчет. Экзамен. |

|     |                                |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                    |                     |
|-----|--------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 6.2 | Спинтронные наносистемы. /Лек/ | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.            |
| 6.3 | Спинтронные наносистемы. /Пр/  | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                   | Контрольная работа. |

|     |                                                                                      |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 6.4 | Спинтронные наносистемы. /Ср/                                                        | 3 | 20 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                        | Аналитический отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 7. Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем.</b> |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                               |
| 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-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4 Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                      |

|     |                                                                          |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                 |                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 7.3 | Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем. /Пр/ | 3 | 8 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                                | Контрольная работа.                                      |
| 7.4 | Физические основы атомно-силовой микроскопии. /Лаб/                      | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2<br>Л3.3 Л3.4<br>Л3.6 Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |

|     |                                                                        |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 7.5 | Физические основы сканирующей туннельной микроскопии. /Лаб/            | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л3.1 Л3.2<br>Л3.3 Л3.4<br>Л3.6 Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 7.6 | Изучение полупроводниковых наноструктур электрическими методами. /Лаб/ | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л3.1 Л3.2<br>Л3.3 Л3.4<br>Л3.6 Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |

|     |                                                                                         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |                                                          |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 7.7 | Исследование нанообъектов методом растровой электронной микроскопии. /Лаб/              | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л3.1 Л3.2<br>Л3.3 Л3.4<br>Л3.6 Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 7.8 | Исследование наносистем методом рентгеновского энергодисперсионного микроанализа. /Лаб/ | 3 | 2 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л3.1 Л3.2<br>Л3.3 Л3.4<br>Л3.6 Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |

|     |                                                                          |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 7.9 | Методы теоретического и экспериментального исследования наносистем. /Ср/ | 3 | 20 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л2.1 Л2.2<br>Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7          | Аналитический отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 8. Заключение.</b>                                             |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                               |
| 8.1 | Заключение. /Тема/                                                       | 3 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 8.2 | Заключение. /Лек/                                                        | 3 | 1  | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.1 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                      |
|     | <b>Раздел 9. Промежуточная аттестация.</b>                               |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                               |
| 9.1 | Подготовка к аттестации, иная контактная работа /Тема/                   | 3 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                               |

|     |                                    |   |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                         |                         |
|-----|------------------------------------|---|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 9.2 | Подготовка к экзамену /Экзамен/    | 3 | 44,65 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В | Л1.2 Л1.3 Л1.5<br>Л1.10Л2.1<br>Л2.2 Л2.3Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Контрольные<br>вопросы. |
| 9.3 | Консультация перед экзаменом /Кнс/ | 3 | 2     | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В |                                                                         |                         |

|     |                      |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                      |
|-----|----------------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|
| 9.4 | Прием экзамена /ИКР/ | 3 | 0,35 | ПК-1.1-3<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-3<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-2.1-3<br>ПК-2.1-У<br>ПК-2.1-В<br>ПК-2.2-3<br>ПК-2.2-В<br>ПК-3.1-3<br>ПК-3.1-У<br>ПК-3.1-В<br>ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.1-3<br>ПК-4.1-У<br>ПК-4.1-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-В<br>ПК-4.3-3<br>ПК-4.3-У<br>ПК-4.3-В |  | Контрольные вопросы. |
|-----|----------------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|

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

| №     | 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, <a href="https://e.lanbook.com/book/167327">https://e.lanbook.com/book/167327</a> |
| Л1.9  | Игнатов А. Н.                             | Микросхемотехника и нанoeлектроника                            | Санкт-Петербург: Лань, 2021, 528 с.        | 978-5-8114-1161-0, <a href="https://e.lanbook.com/book/167901">https://e.lanbook.com/book/167901</a> |
| 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, <a href="https://e.lanbook.com/book/168521">https://e.lanbook.com/book/168521</a> |

#### 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. | , <a href="https://e.lanbook.com/book/168081">https://e.lanbook.com/book/168081</a> |

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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

## 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 <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 501 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест)<br>ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт.<br>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<br>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<br>ЗАВЕДУЮЩИМ<br>КАФЕДРЫ               | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ    | <b>02.06.23</b> 11:14 (MSK) | Простая подпись |
| ПОДПИСАНО<br>ЗАВЕДУЩИМ<br>ВЫПУСКАЮЩЕЙ<br>КАФЕДРЫ | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ    | <b>02.06.23</b> 11:14 (MSK) | Простая подпись |
| ПОДПИСАНО<br>ПРОРЕКТОРОМ ПО УР                   | <b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе | <b>02.06.23</b> 13:15 (MSK) | Простая подпись |