

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

**Методы анализа наносистем**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                        |                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | <b>Микро- и наноэлектроники</b>                              |
| Учебный план           | 11.04.04_25_00.plx<br>11.04.04 Электроника и наноэлектроника |
| Квалификация           | <b>магистр</b>                                               |
| Форма обучения         | <b>очная</b>                                                 |
| Общая трудоемкость     | <b>5 ЗЕТ</b>                                                 |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>( <b>&lt;Курс&gt;.&lt;Семестр<br/>на курсе&gt;</b> ) | <b>1 (1.1)</b> |       | Итого |       |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|
| Неделя                                                          | 16             |       |       |       |
| Вид занятий                                                     | УП             | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                                          | 24             | 24    | 24    | 24    |
| Лабораторные                                                    | 16             | 16    | 16    | 16    |
| 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.                                                      | 42,35          | 42,35 | 42,35 | 42,35 |
| Контактная работа                                               | 42,35          | 42,35 | 42,35 | 42,35 |
| Сам. работа                                                     | 84             | 84    | 84    | 84    |
| Часы на контроль                                                | 53,65          | 53,65 | 53,65 | 53,65 |
| Итого                                                           | 180            | 180   | 180   | 180   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Вишняков Николай Владимирович*

Рабочая программа дисциплины

**Методы анализа наносистем**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

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

составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Микро- и нанoeлектроники**

Протокол от 03.06.2025 г. № 8

Срок действия программы: 2025 - 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 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Микро- и наноэлектроники**

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 наноэлектроники**

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 наноэлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

**Микро- и наноэлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является формирование теоретических знаний и практических навыков в области диагностики и анализа микро- и наносистем и материалов, ознакомлении с современными методами, способами и аппаратурой для экспериментального исследования и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических свойств поверхности твердого тела и микро- и наносистем на наноразмерном уровне, получении устойчивых знаний физических основ методов анализа и диагностики в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков. |
| 1.2 | Задачи:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.3 | - изучение особенностей физических взаимодействий на наноразмерных масштабах и свойств наноструктурированных материалов, микро- и наносистем;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.4 | - расширение научного кругозора и эрудиции магистрантов в вопросах применения современных методов диагностики и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических характеристик микро- и наносистем и наноматериалов;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.5 | - изучение физических основ экспериментальных методов диагностики и анализа микро- и наносистем и наноматериалов, возможности характеристики этих объектов с их помощью;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.6 | - овладение навыками анализа информации, полученной в результате применения разных методов диагностики с целью получения качественных и количественных характеристик исследуемых объектов;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.7 | - обучение навыкам исследовательской и инженерной работы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|                   |                                                                                                                       |      |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Цикл (раздел) ОП: |                                                                                                                       | Б1.О |
| 2.1               | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |      |
| 2.2               | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1             | Электронные процессы в твердом теле                                                                                   |      |
| 2.2.2             | Технологическая (проектно-технологическая) практика                                                                   |      |
| 2.2.3             |                                                                                                                       |      |
| 2.2.4             | Учебная практика                                                                                                      |      |
| 2.2.5             | Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах                                                                 |      |
| 2.2.6             | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |      |
| 2.2.7             |                                                                                                                       |      |
| 2.2.8             | Преддипломная практика                                                                                                |      |

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

**УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели**

**УК-3.1. Разрабатывает план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта**

**Знать**

основы групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта.

**Уметь**

разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта.

**Владеть**

навыками групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта.

**УК-3.2. Анализирует, проектирует и организует межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели**

**Знать**

основы анализа, проектирования и организации межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде.

**Уметь**

анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели.

**Владеть**

навыками анализа, проектирования и организации межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде.

**ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы**

**ОПК-2.1. Применяет современные методы исследования**

|                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>основы современных методов исследования.<br><b>Уметь</b><br>применять современные методы исследования.<br><b>Владеть</b><br>навыками применения современных методов исследования. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ОПК-2.2. Представляет и аргументировано защищает результаты выполненной работы**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>основы представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы.<br><b>Уметь</b><br>представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы.<br><b>Владеть</b><br>навыками представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ОПК-3: Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач**
**ОПК-3.1. Приобретает и использует новую информацию в своей предметной области**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>методы получения и использования новой информации в своей предметной области.<br><b>Уметь</b><br>приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области.<br><b>Владеть</b><br>навыком приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ОПК-3.2. Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>основные положения физики полупроводниковых приборов, физические основы методов анализа материалов и структур электроники.<br><b>Уметь</b><br>выбирать методы анализа материалов и структур электроники.<br><b>Владеть</b><br>навыками работы с измерительной аппаратурой, методиками диагностики материалов и структур электроники. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3.1.1      | основы квантовой механики и статистической физики, зонной теории твердых тел.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3.2.1      | применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачами диагностики и анализа структуры, химического состава, оптических и электрофизических характеристик микро- и наносистем и материалов.                                                                   |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.3.1      | разработки нормативно-технической документации в области изделий современной микро- и нанoeлектроники, грамотным физическим научным языком, международной системой единиц измерений физических величин (СИ) при физических расчетах и формулировке физических закономерностей, навыками измерения основных физических величин. |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                   | Семестр / Курс | Часов | Компетен-ции | Литература | Форма контроля |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|--------------|------------|----------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем.</b> |                |       |              |            |                |
| 1.1         | Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем. /Тема/           | 1              | 0     |              |            |                |

|     |                                                                                                                                 |   |   |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.2 | Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем. /Лек/                                                | 1 | 2 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 1.3 | Введение. Классификация методов диагностики и анализа микро- и наносистем. /Ср/                                                 | 1 | 2 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 2. Методы оптической микроскопии.</b>                                                                                 |   |   |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
| 2.1 | Методы оптической микроскопии. /Тема/                                                                                           | 1 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
| 2.2 | Методы оптической микроскопии. Основные характеристики оптических систем. Аберрации оптических систем. Методы наблюдения. /Лек/ | 1 | 2 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 2.3 | Оптическая микроскопия высокого разрешения: иммерсионная микроскопия, ультрафиолетовая и рентгеновская микроскопия, флуоресцентная микроскопия, конфокальная микроскопия, интерферометрия в белом свете, микроскопия с насыщением люминесценции (STED), ближнепольная оптическая микроскопия. /Лек/ | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 2.4 | Методы оптической микроскопии. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1 | 15 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 3. Методы электронной и ионной микроскопии.</b>                                                                                                                                                                                                                                           |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
| 3.1 | Методы электронной и ионной микроскопии. /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                     | 1 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
| 3.2 | Методы электронной микроскопии. Теоретические основы электронной и ионной микроскопии. Взаимодействие электронного и ионного луча с веществом. Растровая и просвечивающая электронная микроскопия. /Лек/                                                                                            | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |



|     |                                                                                                        |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 3.3 | Методы ионной микроскопии. Теоретические основы ионной микроскопии. Фокусированные ионные пучки. /Лек/ | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 3.4 | Методы электронной и ионной микроскопии. /Ср/                                                          | 1 | 15 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 4. Методы сканирующей зондовой микроскопии.</b>                                              |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
| 4.1 | Методы сканирующей зондовой микроскопии. /Тема/                                                        | 1 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                  |
| 4.2 | Методы сканирующей зондовой микроскопии. Туннельная микроскопия. /Лек/                                 | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |

|     |                                                                                               |   |   |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                                          |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 4.3 | Методы сканирующей зондовой микроскопии. Атомно-силовая микроскопия. /Лек/                    | 1 | 2 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                                                 |
| 4.4 | Изготовление зондов для сканирующего зондового микроскопа NanoEducator. /Лаб/                 | 1 | 4 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 4.5 | Получение изображения поверхности СЗМ NanoEducator в режиме атомно-силовой микроскопии. /Лаб/ | 1 | 4 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |

|     |                                                                                                   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                                          |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 4.6 | Проведение сканирующей зондовой литографии на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator. /Лаб/ | 1 | 4  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 4.7 | Обработка и количественный анализ СЗМ-изображений. /Лаб/                                          | 1 | 4  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 4.8 | Методы сканирующей зондовой микроскопии. /Ср/                                                     | 1 | 15 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический отчёт. Экзамен.                            |
|     | <b>Раздел 5. Методы спектроскопии.</b>                                                            |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                                          |
| 5.1 | Методы спектроскопии. /Тема/                                                                      | 1 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                                          |

|     |                                               |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
|-----|-----------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 5.2 | Методы оптической спектроскопии. /Лек/        | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 5.3 | Методы электронной спектроскопии. /Лек/       | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 5.4 | Методы спектроскопии. /Ср/                    | 1 | 15 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 6. Методы структурного анализа.</b> |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
| 6.1 | Методы структурного анализа. /Тема/           | 1 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |

|     |                                                          |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
|-----|----------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 6.2 | Методы структурного анализа. /Лек/                       | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 6.3 | Методы структурного анализа. /Ср/                        | 1 | 10 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 7. Методы определения элементного состава.</b> |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
| 7.1 | Методы определения элементного состава. /Тема/           | 1 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
| 7.2 | Методы определения элементного состава. /Лек/            | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |

|     |                                                                                                                                                              |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 7.3 | Методы определения элементного состава. /Ср/                                                                                                                 | 1 | 10 | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 8. Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники.</b> |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
| 8.1 | Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники. /Тема/           | 1 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
| 8.2 | Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники. /Лек/            | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 8.3 | Заключение. Тенденции развития диагностических и аналитических методов для исследования наноматериалов и структур микро- и нанoeлектроники. /Ср/             | 1 | 2  | УК-3.1-З<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-З<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-З<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-З<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 9. Промежуточная аттестация.</b>                                                                                                                   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |
| 9.1 | Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/                                                                                                      | 1 | 0  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                  |

|     |                                     |   |       |                                                                                                                                                                                                                                  |  |                      |
|-----|-------------------------------------|---|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|
| 9.2 | Подготовка к экзамену. /Экзамен/    | 1 | 53,65 | УК-3.1-3<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-3<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-3<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-3<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В |  | Контрольные вопросы. |
| 9.3 | Приём экзамена. /ИКР/               | 1 | 0,35  | УК-3.1-3<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-3<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-3<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-3<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В |  |                      |
| 9.4 | Консультация перед экзаменом. /Кнс/ | 1 | 2     | УК-3.1-3<br>УК-3.1-У<br>УК-3.1-В<br>УК-3.2-3<br>УК-3.2-У<br>УК-3.2-В<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ОПК-3.1-3<br>ОПК-3.1-У<br>ОПК-3.1-В<br>ОПК-3.2-3<br>ОПК-3.2-У<br>ОПК-3.2-В |  | Контрольные вопросы. |

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Методы анализа наносистем").

#### 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                                    | Баранов А. В.,<br>Виноградова Г. Н.,<br>Воронин Ю. М.,<br>Ермолаева Г. М.,<br>Парфенов П. С.,<br>Шилов В. Б. | Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью : учебное пособие                                                   | Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2009, 191 с.                                                           | 2227-8397,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/68194.html">http://www.iprbookshop.ru/68194.html</a>         |
| Л1.2                                    | Филимонова Н. И.,<br>Кольцов Б. Б.                                                                           | Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I : учебное пособие | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013, 134 с.                          | 978-5-7782-2158-1,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/45104.html">http://www.iprbookshop.ru/45104.html</a> |
| Л1.3                                    | Величко А. А.,<br>Филимонова Н. И.                                                                           | Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II : учебное пособие                                  | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014, 227 с.                          | 978-5-7782-2534-3,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/45105.html">http://www.iprbookshop.ru/45105.html</a> |
| Л1.4                                    | Вихров С.П.,<br>Вишняков Н.В.                                                                                | Нанотехнологии и их применение: в 2 ч. Ч.1. – Диагностика нанообъектов. Наноматериалы. Наноэлектроника : Монография                       | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012,                                                                                  | ,<br><a href="https://elib.rsru.ru/ebs/download/506">https://elib.rsru.ru/ebs/download/506</a>                |
| Л1.5                                    | Кларк Э.Р.,<br>Эберхардт К.Н.                                                                                | Микроскопические методы исследования материалов                                                                                           | М.: Техносфера, 2007, 376с.                                                                               | 978-5-94836-121-5, 1                                                                                          |
| Л1.6                                    | Звеков А. А.,<br>Корчуганова К. А.,<br>Ильякова Н. Н.                                                        | Физические методы исследования : учебное пособие                                                                                          | Кемерово: КеМГУ, 2022, 173 с.                                                                             | 978-5-8353-2942-7,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/309092">https://e.lanbook.com/book/309092</a>       |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |                                                                                                              |                                                                                                                                           |                                                                                                           |                                                                                                               |
| №                                       | Авторы, составители                                                                                          | Заглавие                                                                                                                                  | Издательство, год                                                                                         | Количество/название ЭБС                                                                                       |
| Л2.1                                    | Данилина Т. И.,<br>Чистоедова И. А.                                                                          | Оборудование для создания и исследования свойств объектов наноэлектроники : учебное пособие                                               | Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011, 96 с. | 978-5-91191-202-3,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/13950.html">http://www.iprbookshop.ru/13950.html</a> |
| Л2.2                                    | Каныгина О. Н.,<br>Четверикова А. Г.,<br>Бердинский В. Л.                                                    | Физические методы исследования веществ : учебное пособие                                                                                  | Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014, 141 с.                                 | 2227-8397,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/33663.html">http://www.iprbookshop.ru/33663.html</a>         |



| №    | Авторы, составители | Заглавие                                                                                         | Издательство, год                                                           | Количество/название ЭБС                                                                                    |
|------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.3 | Наумов А. В.        | Спектормикроскопия одиночных молекул и нанодиагностика неупорядоченных твердых сред : монография | Москва: Московский педагогический государственный университет, 2015, 212 с. | 978-5-4263-0271-6, <a href="http://www.iprbookshop.ru/70149.html">http://www.iprbookshop.ru/70149.html</a> |

### 6.1.3. Методические разработки

| №    | Авторы, составители                                   | Заглавие                                                                                                                                               | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                       |
|------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛЗ.1 | Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б. | Методы анализа микро- и наносистем. Изучение устройства и принципов работы сканирующего зондового микроскопа NanoEducator : Методические указания      | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016, | , <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/967">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/967</a> |
| ЛЗ.2 | Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б. | Методы анализа микро- и наносистем. Изготовление зондов для сканирующего зондового микроскопа NanoEducator : Методические указания                     | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016, | , <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/968">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/968</a> |
| ЛЗ.3 | Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б. | Методы анализа микро- и наносистем. Получение изображения поверхности СЗМ NanoEducator в режиме атомно-силовой микроскопии : Методические указания     | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016, | , <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/969">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/969</a> |
| ЛЗ.4 | Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б. | Методы анализа микро- и наносистем. Проведение сканирующей зондовой литографии на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016, | , <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/970">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/970</a> |
| ЛЗ.5 | Авачев А.П., Вишняков Н.В., Воробьев Ю.В., Рыбин Н.Б. | Методы анализа микро- и наносистем. Обработка и количественный анализ СЗМ-изображений : Методические указания                                          | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016, | , <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/971">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/971</a> |

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

|    |                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Сайт кафедры микро- и нанoeлектроники РГРТУ.                                                                                                                                    |
| Э2 | Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа.                                                                                                                |
| Э3 | Единое окно доступа к образовательным ресурсам.                                                                                                                                 |
| Э4 | Интернет Университет Информационных Технологий.                                                                                                                                 |
| Э5 | Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю.          |
| Э6 | Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. |
| Э7 | Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю.                                                                    |

### 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

#### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

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

|                                                        |                                                                                         |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| LabVIEW                                                | Коммерческая лицензия                                                                   |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b> |                                                                                         |
| 6.3.2.1                                                | Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> |

| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                 | 51 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы 30 мест, мультимедиа проектор BenQ Pb 6200, доска магнитно-маркерная, компьютер, экран настенный |
| 2                                                                 | 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                                       |
| 3                                                                 | 42 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория 24 места, мультимедиа проектор Ben QMP575, доска магнитно-маркерная, 3 компьютера, 3 измерительных прибора NanoEducator, устройство заточки/травления зондов, 2 спектрометра СФ-26, вольтметры В7-21А(3шт.)                                                              |
| 4                                                                 | 343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная<br>Аудитория для хранения и ремонта оборудования<br>2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест                                                                                                                                                                            |

| <b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b>                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Методы анализа наносистем"). |

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ**01.07.25** 17:48 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ**01.07.25** 17:48 (MSK)

Простая подпись