

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

**Управление свойствами наноматериалов и  
наноструктур**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и нанoeлектроники**  
Учебный план 11.04.04\_26\_00.plx  
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника  
Квалификация **магистр**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 2 (1.2) |       | Итого |       |
|-------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Неделя                                    | 16      |       |       |       |
| Вид занятий                               | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                    | 16      | 16    | 16    | 16    |
| Лабораторные                              | 16      | 16    | 16    | 16    |
| Иная<br>контактная                        | 0,25    | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Итого ауд.                                | 32,25   | 32,25 | 32,25 | 32,25 |
| Контактная<br>работа                      | 32,25   | 32,25 | 32,25 | 32,25 |
| Сам. работа                               | 67      | 67    | 67    | 67    |
| Часы на<br>контроль                       | 8,75    | 8,75  | 8,75  | 8,75  |
| Итого                                     | 108     | 108   | 108   | 108   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доц., Рыбина Наталья Владимировна*

Рабочая программа дисциплины

**Управление свойствами наноматериалов и наноструктур**

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 30.01.2026 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Микро- и нанoeлектроники**

Протокол от 15.05.2026 г. № 5

Срок действия программы: 2026 - 2028 уч.г.

Зав. кафедрой Литвинов Владимир Георгиевич

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Микро- и нанoeлектроники**

Протокол от \_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Микро- и нанoeлектроники**

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**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 нанoeлектроники**

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

**Микро- и нанoeлектроники**

Протокол от \_\_\_\_ 2030 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

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

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является формирование профессиональных знаний в области управления свойствами наноматериалов и наноструктур в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом; развитие современных представлений о методах получения, модификации и контроля свойств твердотельных структур электроники и нанoeлектроники; 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 способов управления свойствами наноматериалов и наноструктур;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.4 | - изучение методов контроля свойств наноматериалов и наноструктур;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.5 | - обучение навыкам аналитической работы подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1.6 | - обучение навыками использования новых идей и подходов к решению задач в области управления свойствами наноматериалов и наноструктур.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

**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             | Современная философия и методология науки                                                                             |      |
| 2.2               | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1             | Научно-исследовательская работа (часть 2)                                                                             |      |
| 2.2.2             | Производственная практика                                                                                             |      |
| 2.2.3             | Технология систем на кристалле                                                                                        |      |
| 2.2.4             | Фундаментальные основы физики наносистем и нанотехнологий                                                             |      |
| 2.2.5             | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |      |
| 2.2.6             | Преддипломная практика                                                                                                |      |

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

**УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий**

**УК-1.1. Критически анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними**

**Знать**

методы критического анализа

**Уметь**

критически анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

**Владеть**

навыками анализа проблемной ситуации

**ПК-1: Способен совершенствовать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур**

**ПК-1.1. Модернизирует существующие и внедряет новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур**

**Знать**

способы модернизации существующих и внедрения новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

**Уметь**

модернизировать существующие и внедряет новые методы и оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

**Владеть**

навыками модернизации существующих и внедрения новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур

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

|                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>методы модернизации существующих и внедрения новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур     |
| <b>Уметь</b><br>модернизировать существующие и внедрять новые процессы и оборудование для модификации свойств наноматериалов и наноструктур           |
| <b>Владеть</b><br>навыками модернизации существующих и внедрения новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур |

**ПК-8: Способен разрабатывать и внедрять современные технологические процессы, осваивает новое оборудование, технологическую оснастку, необходимые режимы производства на выпускаемую организацией продукцию**

**ПК-8.1. Выполняет экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов**

|                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>способы выполнения экспериментальных работ и освоения новых технологических процессов    |
| <b>Уметь</b><br>выполнять экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов            |
| <b>Владеть</b><br>навыками выполнения экспериментальных работ и освоения новых технологических процессов |

**ПК-8.2. Выполняет экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки**

|                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Знать</b><br>методы выполнения экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки     |
| <b>Уметь</b><br>выполнять экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки            |
| <b>Владеть</b><br>навыками выполнения экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки |

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

|            |                                                                                                                                                       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                         |
| 3.1.1      | базовые концепции и модели общей физики, физики конденсированного состояния; основные процессы технологии производства наноматериалов и наноструктур. |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                         |
| 3.2.1      | применять на практике основные приемы и программные средства решения прикладных задач и представления данных.                                         |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                       |
| 3.3.1      | экспериментального исследования параметров и характеристик твердотельных материалов.                                                                  |

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

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                           | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                                                                                                                                                                      | Литература                           | Форма контроля |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
|             | <b>Раздел 1. Физические основы структурообразования твердого тела.</b>                                                                                                                                              |                |       |                                                                                                                                                                                  |                                      |                |
| 1.1         | Физические основы структурообразования твердого тела. /Тема/                                                                                                                                                        | 2              | 0     |                                                                                                                                                                                  |                                      |                |
| 1.2         | Физические основы структурообразования твердого тела. Стадии зарождения твердых тел. Рост частиц фазообразующего вещества. Спонтанное упорядочение вещества. Отклик твердого вещества на внешние воздействия. /Лек/ | 2              | 2     | УК-1.1-3<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>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-8.1-3<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-3<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Зачёт.         |

|     |                                                                                                                                     |   |    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                                      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1.3 | Спонтанное упорядочение вещества. Формирование диссипативных структур. Особенности эволюции нанодисперсного вещества. /Ср/          | 2 | 8  | УК-1.1-3<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>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-8.1-3<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-3<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Зачёт.                                       |
|     | <b>Раздел 2. Наноматериалы, применяемые в электронике.</b>                                                                          |   |    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                                      |
| 2.1 | Наноматериалы, применяемые в электронике. /Тема/                                                                                    | 2 | 0  |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                                      |
| 2.2 | Нульмерные, одномерные, двумерные наноматериалы. Наноматериалы, применяемые в электронике. /Лек/                                    | 2 | 2  | УК-1.1-3<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>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-8.1-3<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-3<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Зачёт.                                                               |
| 2.3 | Расчет информационно-корреляционных характеристик модельных поверхностей. /Лаб/                                                     | 2 | 4  | УК-1.1-3<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>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-8.1-3<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-3<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о<br>лабораторной<br>работе. Защита<br>лабораторной<br>работы. |
| 2.4 | Самоорганизация, самосборка наноматериалов. Конструкционные и функциональные наноматериалы. Области применения наноматериалов. /Ср/ | 2 | 10 | УК-1.1-3<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>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-8.1-3<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-3<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Зачёт.                                       |
|     | <b>Раздел 3. Наноструктуры, изготовленные физическими методами.</b>                                                                 |   |    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                                      |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 3.1 | Наноструктуры, изготовленные физическими методами. /Тема/                                                                                                                                                                                                          | 2 | 0  |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                          |
| 3.2 | Наноструктуры, изготовленные физическими методами. Углеродные нанотрубки, фуллерены, графен. Нанокристаллические, нанокмпозиционные материалы. /Лек/                                                                                                               | 2 | 2  | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Зачёт.                                                   |
| 3.3 | Расчет информационно-корреляционных характеристик реальных поверхностей наноматериалов и наноструктур. /Лаб/                                                                                                                                                       | 2 | 4  | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 3.4 | Золь-гель технология наночастиц и нанопористых материалов. Синтез наночастиц методами осаждения в жидких средах. Электрохимические методы получения наноматериалов. Матричный (темплатный) синтез наночастиц и наноматериалов. Методы получения нанопорошков. /Ср/ | 2 | 10 | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический отчёт. Зачёт.                              |
|     | <b>Раздел 4. Диагностика наноматериалов и их свойства.</b>                                                                                                                                                                                                         |   |    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                          |
| 4.1 | Диагностика наноматериалов и их свойства. /Тема/                                                                                                                                                                                                                   | 2 | 0  |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                          |
| 4.2 | Диагностика наноматериалов и их свойства. Физические методы исследования свойств наноматериалов и наноструктур. Методы анализа данных структуры материалов. /Лек/                                                                                                  | 2 | 4  | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Зачёт.                                                   |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 4.3 | Исследования влияния технологических параметров при синтезе наноматериалов и наноструктур методом химического осаждения из газовой фазы. /Лаб/                                                                                                                                   | 2 | 4  | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 4.4 | Методы исследования наноматериалов. Сканирующая электронная микроскопия. Атомно-силовая и сканирующая туннельная микроскопия. Методы исследования химического состава. /Ср/                                                                                                      | 2 | 17 | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический отчёт. Зачёт.                              |
|     | <b>Раздел 5. Способы управления свойствами наноматериалов и наноструктур.</b>                                                                                                                                                                                                    |   |    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                          |
| 5.1 | Способы управления свойствами наноматериалов и наноструктур. /Тема/                                                                                                                                                                                                              | 2 | 0  |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                                          |
| 5.2 | Способы управления свойствами наноматериалов и наноструктур. Структурная модификация материалов. Введение легирующих добавок в процессе изготовления материалов. Воздействие внешних факторов на процесс изготовления материала. Влияние излучения на структуру материала. /Лек/ | 2 | 6  | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Зачёт.                                                   |
| 5.3 | Исследования влияния технологических параметров при синтезе наноматериалов и наноструктур методом физического осаждения из газовой фазы. /Лаб/                                                                                                                                   | 2 | 4  | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчёт о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |

|     |                                                                                                                                                                                                                            |   |      |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 5.4 | Кристаллизация аморфных сплавов.<br>Нанопокрyтия, получаеmые осаждением материала на поверхность. Способы уменьшения дефектов структуры материалов. Термическая обработка наноматериалов. Легирование наноматериалов. /Ср/ | 2 | 22   | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В | Л1.3 Л1.2<br>Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчёт. Зачёт. |
|     | <b>Раздел 6. Промежуточная аттестация.</b>                                                                                                                                                                                 |   |      |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                |
| 6.1 | Подготовка к аттестации, иная контактная работа. /Тема/                                                                                                                                                                    | 2 | 0    |                                                                                                                                                                                  |                                                      |                                |
| 6.2 | Подготовка к зачёту. /Зачёт/                                                                                                                                                                                               | 2 | 8,75 | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В |                                                      | Контрольные<br>вопросы.        |
| 6.3 | Приём зачёта. /ИКР/                                                                                                                                                                                                        | 2 | 0,25 | УК-1.1-З<br>УК-1.1-У<br>УК-1.1-В<br>ПК-1.1-З<br>ПК-1.1-У<br>ПК-1.1-В<br>ПК-1.2-З<br>ПК-1.2-У<br>ПК-1.2-В<br>ПК-8.1-З<br>ПК-8.1-У<br>ПК-8.1-В<br>ПК-8.2-З<br>ПК-8.2-У<br>ПК-8.2-В |                                                      | Контрольные<br>вопросы.        |

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

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Управление свойствами наноматериалов и наноструктур").

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство,<br>год | Количество/<br>название ЭБС |
|---|---------------------|----------|----------------------|-----------------------------|
|---|---------------------|----------|----------------------|-----------------------------|

| №    | Авторы, составители                                                       | Заглавие                                                        | Издательство, год                      | Количество/название ЭБС                                                                                 |
|------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Марголин В. И.,<br>Жабров В. А.,<br>Лукьянов Г. Н., Тупик<br>В. А.        | Введение в нанотехнологию : учебное пособие                     | Санкт-Петербург:<br>Лань, 2022, 464 с. | 978-5-8114-1318-8,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/209636">https://e.lanbook.com/book/209636</a> |
| Л1.2 | Вихров С.П., Рыбина<br>Н.В., Бодягин Н.В.,<br>Рыбин Н.Б., Алпатов<br>А.В. | Самоорганизующиеся структуры в электронике : монография         | Рязань, 2017,<br>168с.                 | 978-5-904308-10-0, 1                                                                                    |
| Л1.3 | Алпатов А.В., Вихров<br>С.П., Рыбина Н.В.,<br>Рыбин Н.Б.                  | Методы исследования процессов самоорганизации : Учебное пособие | Рязань: РИЦ<br>РГРТУ, 2015,            | ,<br><a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1284">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1284</a>      |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

| №    | Авторы, составители                                          | Заглавие                                      | Издательство, год                                   | Количество/название ЭБС                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Мелихов И.В.                                                 | Физико-химическая эволюция твердого вещества  | М.: БИНОМ.<br>Лаборатория<br>знаний, 2010,<br>309с. | 978-5-94774-338-8, 1                                                                               |
| Л2.2 | Рыбин Н.Б., Рыбина<br>Н.В., Литвинов В.Г.,<br>Ермачихин А.В. | Методы зондовой микроскопии : Учебное пособие | Рязань: РИЦ<br>РГРТУ, 2014,                         | ,<br><a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1281">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1281</a> |

#### 6.1.3. Методические разработки

| №    | Авторы, составители               | Заглавие                                                                                               | Издательство, год           | Количество/название ЭБС                                                                            |
|------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л3.1 | Холомина Т.А.,<br>Евдокимова Е.Н. | Подготовка студентов к текущему и промежуточному контролю освоения компетенций : Методические указания | Рязань: РИЦ<br>РГРТУ, 2016, | ,<br><a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1295">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1295</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. <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.                                                      |  |  |  |
| 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 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                                                                            |
| <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                                                                 | 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 (3 шт.)                      |
| 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                                                                 | 343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная 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 "Управление свойствами наноматериалов и наноструктур"). |

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ**07.07.26** 14:54 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ**07.07.26** 14:54 (MSK)

Простая подпись