

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

**Конструирование микро- и наносистем**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                        |                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | <b>Микро- и наноэлектроники</b>                              |
| Учебный план           | 11.03.04_26_00.plx<br>11.03.04 Электроника и наноэлектроника |
| Квалификация           | <b>бакалавр</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>7 (4.1)</b> |       | Итого |       |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|
| Неделя                                                          | 16             |       |       |       |
| Вид занятий                                                     | УП             | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                                          | 32             | 32    | 32    | 32    |
| Лабораторные                                                    | 16             | 16    | 16    | 16    |
| Практические                                                    | 16             | 16    | 16    | 16    |
| Иная контактная<br>работа                                       | 0,65           | 0,65  | 0,65  | 0,65  |
| Консультирование<br>перед экзаменом и<br>практикой              | 2              | 2     | 2     | 2     |
| Итого ауд.                                                      | 66,65          | 66,65 | 66,65 | 66,65 |
| Контактная работа                                               | 66,65          | 66,65 | 66,65 | 66,65 |
| Сам. работа                                                     | 53,3           | 53,3  | 53,3  | 53,3  |
| Часы на контроль                                                | 44,35          | 44,35 | 44,35 | 44,35 |
| Письменная работа<br>на курсе                                   | 15,7           | 15,7  | 15,7  | 15,7  |
| Итого                                                           | 180            | 180   | 180   | 180   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доцент, Рыбин Николай Борисович*

Рабочая программа дисциплины

**Конструирование микро- и наносистем**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

утвержденного учёным советом вуза от 24.04.2026 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Микро- и нанoeлектроники**

Протокол от 15.05.2026 г. № 5

Срок действия программы: 2026 - 2030 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 | Формирование профессиональных знаний в области конструирования и проектирования элементов и схем микро- и наноэлектроники 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 активных и пассивных элементов полупроводниковых интегральных и гибридных интегральных микросхем;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.4 | - изучение основных элементов наноэлектроники;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.5 | - изучение методов проектирования и конструирования приборов микро- и наноэлектроники.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.6 | - формирование навыков и умений исследовательской и инженерной работы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

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

|                   |                                                                                                                       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В                                                                                                                  |
| <b>2.1</b>        | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |
| 2.1.1             | Схемотехника микроэлектронных устройств                                                                               |
| 2.1.2             | Элементы электронной техники                                                                                          |
| 2.1.3             | Информационные технологии                                                                                             |
| 2.1.4             | Тепловые процессы в электронике                                                                                       |
| 2.1.5             | Твердотельная электроника                                                                                             |
| 2.1.6             | Цифровая обработка сигналов в электронных устройствах                                                                 |
| 2.1.7             | Технологические процессы наноэлектроники                                                                              |
| 2.1.8             | Схемотехника микрорелектромеханических устройств                                                                      |
| <b>2.2</b>        | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1             | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |
| 2.2.2             | Функциональные узлы электронных устройств                                                                             |
| 2.2.3             | Неупорядоченные полупроводники                                                                                        |
| 2.2.4             | Оптоэлектроника и квантовая оптика                                                                                    |
| 2.2.5             | Преддипломная практика                                                                                                |
| 2.2.6             | Производственная практика                                                                                             |
| 2.2.7             | Интеллектуальные адаптивные материалы                                                                                 |
| 2.2.8             | Оптоэлектронные приборы и их применение                                                                               |
| 2.2.9             | Сложнофункциональные аналоговые устройства                                                                            |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-1: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов</b> |  |
| <b>ПК-1.1. Проводит моделирование и исследования функциональных, статических, динамических, временных, частотных характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</b>                                            |  |
| <b>Знать</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| <b>Уметь</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| <b>Владеть</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
| <b>ПК-1.2. Проводит тепловой расчет и анализ потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</b>                                                                                                        |  |
| <b>Знать</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| <b>Уметь</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| <b>Владеть</b>                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |

|                                                                                                                                 |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-4: Способен разрабатывать принципиальные электрические схемы отдельных аналоговых блоков и всего аналогового СФ-блока</b> |  |
| <b>ПК-4.1. Проведит оценочный расчет параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом</b>                              |  |
| Знать                                                                                                                           |  |
| Уметь                                                                                                                           |  |
| Владеть                                                                                                                         |  |
| <b>ПК-4.2. Разрабатывает уточненный (полный) вариант схемотехнического описания всего аналогового СФ-блока</b>                  |  |
| Знать                                                                                                                           |  |
| Уметь                                                                                                                           |  |
| Владеть                                                                                                                         |  |

|                                                                                                                                                           |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-5: Способен разрабатывать технологические маршруты и изготовления пассивной части и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"</b> |  |
| <b>ПК-5.3. Контролирует параметры и оценивает качество сборки пассивной части схемы и трассировки коммутационных плат изделий "система в корпусе"</b>     |  |
| Знать                                                                                                                                                     |  |
| Уметь                                                                                                                                                     |  |
| Владеть                                                                                                                                                   |  |

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

|            |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3.1.1      | современные операции микро- и нанотехнологии, базовые технологические процессы создания компонентов твердотельной электроники и интегральных микросхем, основные свойства и области применения материалов электронной техники, основы физики твердого тела |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3.2.1      | применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных, применение которых возможно при проектировании и конструировании микро- и наносистем                                                                        |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3.3.1      | начальными навыками работы с программными средствами, применение которых возможно при проектировании и конструировании микро- и наносистем                                                                                                                 |

#### 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. Общие сведения о проектировании и конструировании.</b>                           |                |       |              |                        |                               |
| 1.1         | Определения, цели и задачи дисциплины. /Тема/                                                 | 7              | 0     |              |                        | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 1.2         | Методы и этапы проектирования. Основные задачи конструирования /Лек/                          | 7              | 2     |              | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 | Экзамен.                      |
| 1.3         | Общие сведения о проектировании и конструировании /Ср/                                        | 7              | 8     |              | Л1.1Л2.1               | Аналитический отчет. Экзамен. |
|             | <b>Раздел 2. Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов для микросистем.</b> |                |       |              |                        |                               |
| 2.1         | Резисторы ИМС. /Тема/                                                                         | 7              | 0     |              |                        | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 2.2         | Разновидности структур и топологии диффузионных резисторов. /Лек/                             | 7              | 1     |              | Л1.1Л2.1               | Экзамен.                      |
| 2.3         | Методы расчета и проектирования резисторов. /Лек/                                             | 7              | 1     |              | Л1.1Л2.1               | Экзамен.                      |

|      |                                                                                                                                                                             |   |   |  |          |                                                          |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|----------|----------------------------------------------------------|
| 2.4  | Изучение топологии полупроводниковых интегральных схем /Лаб/                                                                                                                | 7 | 4 |  | Л3.1     | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 2.5  | Конденсаторы ИСМ. /Тема/                                                                                                                                                    | 7 | 0 |  |          | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 2.6  | Конденсаторы на основе барьерной емкости р-п переходов. Проектирование топологии. /Лек/                                                                                     | 7 | 1 |  | Л2.1     | Экзамен.                                                 |
| 2.7  | Интегральные диоды /Тема/                                                                                                                                                   | 7 | 0 |  |          | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 2.8  | Структура и топологии дискретных выпрямительных диодов. Математическая модель, эквивалентная схема особенности проектирования и конструирования диодов. /Лек/               | 7 | 1 |  | Л2.1     | Экзамен.                                                 |
| 2.9  | Интегральные транзисторы. /Тема/                                                                                                                                            | 7 | 0 |  |          | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 2.10 | Проектирование и разработка топологии биполярных транзисторов /Лек/                                                                                                         | 7 | 1 |  | Л2.1     | Экзамен.                                                 |
| 2.11 | Проектирование и конструирование полевых транзисторов /Лек/                                                                                                                 | 7 | 1 |  | Л2.1     | Экзамен.                                                 |
| 2.12 | Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов для микросистем /Ср/                                                                                            | 7 | 9 |  | Л2.1     | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|      | <b>Раздел 3. Полупроводниковые интегральные микросхемы.</b>                                                                                                                 |   |   |  |          |                                                          |
| 3.1  | Проектирование полупроводниковых интегральных микросхем. /Тема/                                                                                                             | 7 | 0 |  |          | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 3.2  | Классификация ИМС и тенденции их развития. Задачи и проблемы разработки ИМС. Методы проектирования. /Лек/                                                                   | 7 | 2 |  | Л1.1Л2.1 | Экзамен.                                                 |
| 3.3  | Схемотехническое проектирование. Топологическое проектирование ИМС. /Лек/                                                                                                   | 7 | 2 |  | Л1.1     | Экзамен.                                                 |
| 3.4  | Конструирование ИМС. Конструкции полупроводниковых ИМС и БИС. Тепловые режимы полупроводниковых приборов и ИМС. Разработка и оформление конструкторской документации. /Лек/ | 7 | 2 |  | Л1.1     | Экзамен.                                                 |
| 3.5  | /Лаб/                                                                                                                                                                       | 7 | 4 |  | Л3.1     | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 3.6  | Проектирование и конструирование интегральных микросхем /Ср/                                                                                                                | 7 | 9 |  | Л1.1Л2.1 | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|      | <b>Раздел 4. Гибридные ИМС</b>                                                                                                                                              |   |   |  |          |                                                          |
| 4.1  | Тонкопленочные ГИМС. /Тема/                                                                                                                                                 | 7 | 0 |  |          | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 4.2  | Материалы элементов тонкопленочных ГИМС. Методы формирования элементов тонкопленочных ГИМС. Компоненты ГИМС. /Лек/                                                          | 7 | 2 |  | Л1.1Л2.1 | Экзамен.                                                 |
| 4.3  | Расчет конструкций тонкопленочных резисторов. /Лек/                                                                                                                         | 7 | 2 |  | Л1.1Л2.1 | Экзамен.                                                 |

|     |                                                                                                                                                      |   |   |  |           |                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|-----------|----------------------------------------------------------|
| 4.4 | Расчет конструкций тонкопленочных конденсаторов. Конструирование и технологические ограничения при проектировании тонкопленочных ГИМС. /Лек/         | 7 | 2 |  | Л1.1Л2.1  | Экзамен.                                                 |
| 4.5 | Расчет топологии тонкопленочного резистора /Лаб/                                                                                                     | 7 | 4 |  | Л3.3      | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 4.6 | Расчет топологии тонкопленочного конденсатора /Лаб/                                                                                                  | 7 | 4 |  | Л3.2      | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 4.7 | Конструирование и технология гибридных интегральных микросхем /Ср/                                                                                   | 7 | 9 |  | Л1.1Л2.1  | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 4.8 | Толстопленочные ГИМС. /Тема/                                                                                                                         | 7 | 0 |  |           | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 4.9 | Конструирование и технология толстопленочных ГИМС. /Лек/                                                                                             | 7 | 2 |  |           | Экзамен.                                                 |
|     | <b>Раздел 5. Наноматериалы и наноструктуры</b>                                                                                                       |   |   |  |           |                                                          |
| 5.1 | Углеродные наноматериалы /Тема/                                                                                                                      | 7 | 0 |  |           | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 5.2 | Углеродные молекулы. Природа углеродной связи. Углеродные кластеры. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. /Лек/                                          | 7 | 1 |  | Л2.2 Л2.3 | Экзамен.                                                 |
| 5.3 | Методы получения углеродных наноструктур: фуллеренов, нанотрубок, графена. /Лек/                                                                     | 7 | 1 |  |           | Экзамен.                                                 |
| 5.4 | Наноструктуры на основе кремния. /Тема/                                                                                                              | 7 | 0 |  |           | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 5.5 | Методы получения наноструктур на основе кремния. Полупроводниковые наногетероструктуры. Методы получения полупроводниковых наногетероструктур. /Лек/ | 7 | 2 |  | Л2.2 Л2.3 | Экзамен.                                                 |
| 5.6 | Получение элементов наноэлектроники. /Пр/                                                                                                            | 7 | 8 |  | Л2.2 Л2.3 | Контрольная работа                                       |
| 5.7 | Получение элементов наноэлектроники. /Ср/                                                                                                            | 7 | 9 |  | Л2.2 Л2.3 | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|     | <b>Раздел 6. Проектирование и конструирование наносистем.</b>                                                                                        |   |   |  |           |                                                          |
| 6.1 | Проектирование и конструирование наносистем. /Тема/                                                                                                  | 7 | 0 |  |           | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 6.2 | Наноинженерия. Сборка наносистем с помощью сканирующего зондового микроскопа. Сборка с помощью наномашин. /Лек/                                      | 7 | 2 |  | Л2.2 Л2.3 | Экзамен.                                                 |
| 6.3 | Самосборка электронных микросхем. Наносборка углеродных нанотрубок. Наносборка с помощью лазера. /Лек/                                               | 7 | 2 |  | Л2.2 Л2.3 | Экзамен.                                                 |
| 6.4 | Литографические методы создания наносистем /Лек/                                                                                                     | 7 | 2 |  | Л2.2 Л2.3 | Экзамен.                                                 |
| 6.5 | Проектирование и конструирование наносистем /Пр/                                                                                                     | 7 | 8 |  | Л2.2 Л2.3 | Контрольная работа                                       |

|     |                                                        |   |       |  |           |                               |
|-----|--------------------------------------------------------|---|-------|--|-----------|-------------------------------|
| 6.6 | Проектирование и конструирование наносистем /Ср/       | 7 | 9,3   |  | Л2.2 Л2.3 | Аналитический отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 7. Промежуточная аттестация</b>              |   |       |  |           |                               |
| 7.1 | Подготовка к аттестации, иная контактная работа /Тема/ | 7 | 0     |  |           |                               |
| 7.2 | Подготовка курсового проекта /КПКР/                    | 7 | 15,7  |  |           | Контрольные вопросы.          |
| 7.3 | Защита курсового проекта /ИКР/                         | 7 | 0,3   |  |           | Контрольные вопросы.          |
| 7.4 | Подготовка к экзамену /Экзамен/                        | 7 | 44,35 |  |           | Контрольные вопросы.          |
| 7.5 | Консультация перед экзаменом /Кнс/                     | 7 | 2     |  |           |                               |
| 7.6 | Прием экзамена /ИКР/                                   | 7 | 0,35  |  |           | Контрольные вопросы.          |

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

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Конструирование микро- и 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 | Колецов Л. А.             | Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок                                              | Санкт-Петербург: Лань, 2021, 400 с. | 978-5-8114-0766-8, <a href="https://e.lanbook.com/book/167750">https://e.lanbook.com/book/167750</a> |
| Л1.2 | Попов В. Д., Белова Г. Ф. | Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении | Санкт-Петербург: Лань, 2022, 208 с. | 978-5-8114-1375-1, <a href="https://e.lanbook.com/book/211199">https://e.lanbook.com/book/211199</a> |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

| №    | Авторы, составители        | Заглавие                                                                            | Издательство, год             | Количество/название ЭБС |
|------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Л2.1 | Колецов Л.А.               | Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учеб.для вузов | М.:Радио и связь, 1989, 400с. | 5-256-00142-6, 1        |
| Л2.2 | Пул Ч., Оуэнс Ф.           | Нанотехнологии : Учеб.пособие                                                       | М.:Техносфера, 2006, 336с.    | 5-94836-081-4, 1        |
| Л2.3 | Вихров С.П., Вишняков Н.В. | Диагностика нанообъектов. Наноматериалы. Нанoeлектроника                            | Рязань: Сервис, 2012, 208 с.  | 978-5-83403-059-3, 1    |

##### 6.1.3. Методические разработки

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

| №    | Авторы, составители                                             | Заглавие                                                                                                           | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                          |
|------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛЗ.1 | Авачев А.П.,<br>Воробьева Ю.В.,<br>Мишустин В.Г.,<br>Фомин П.А. | Физико-химические основы технологических процессов микро- и наноэлектроники. Ч.1 : Методические указания           | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2011, | ,<br><a href="https://elib.rsre.ru/ebs/download/965">https://elib.rsre.ru/ebs/download/965</a>   |
| ЛЗ.2 | Рыбина Н.В., Рыбин Н.Б., Кусакин Д.С.                           | Конструирование микро- и наносистем. Проектирование топологии тонкопленочного конденсатора : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018, | ,<br><a href="https://elib.rsre.ru/ebs/download/1893">https://elib.rsre.ru/ebs/download/1893</a> |
| ЛЗ.3 | Рыбина Н.В., Рыбин Н.Б.                                         | Конструирование микро- и наносистем : метод. указ. к лаб. работе № 1                                               | Рязань, 2017, 16с.       | , 1                                                                                              |

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

| Э1                                                                                                                                 | Электронная библиотека РГРТУ                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем</b>                                                    |                                                                       |
| <b>6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства</b> |                                                                       |
| Наименование                                                                                                                       | Описание                                                              |
| Adobe Acrobat Reader                                                                                                               | Свободное ПО                                                          |
| LibreOffice                                                                                                                        | Свободное ПО                                                          |
| Операционная система Windows XP/Vista/7/8/10                                                                                       | Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно                |
| Mathcad University Classroom                                                                                                       | Бессрочно. Лицензия на ПО PKG-7517-LN, SON – 2469998, SCN – 8A1365510 |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>                                                                             |                                                                       |

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

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 Pб 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                                       |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания по дисциплине "Конструирование микро- и наносистем").

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** 14:53 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ

**07.07.26** 14:53 (MSK)

Простая подпись