

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

**Физические основы микро- и нанoeлектроники**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и нанoeлектроники**

Учебный план 11.03.04\_25\_00.plx  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>)          | 5 (3.1) |       | Итого |       |
|----------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Неделя                                             | 16      |       |       |       |
| Вид занятий                                        | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                             | 32      | 32    | 32    | 32    |
| 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.                                         | 50,35   | 50,35 | 50,35 | 50,35 |
| Контактная работа                                  | 50,35   | 50,35 | 50,35 | 50,35 |
| Сам. работа                                        | 85      | 85    | 85    | 85    |
| Часы на контроль                                   | 44,65   | 44,65 | 44,65 | 44,65 |
| Итого                                              | 180     | 180   | 180   | 180   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доц., Мишустин Владислав Геннадиевич*

Рабочая программа дисциплины

**Физические основы микро- и нанoeлектроники**

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 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 - 2029 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 нанoeлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

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

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

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

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**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 \_\_\_\_\_

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

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является формирование базовых знаний и умений в области физических основ микро- и наноэлектроники в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации, формирование навыков инженерной работы, посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков. |
| 1.2 | Задачи:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.3 | - формирование представлений о физической сущности процессов, протекающих в материалах микро-и наноэлектроники и приборных структурах на их основе;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.4 | - обучение представлениям обоснованных теоретических моделей физики полупроводников с четким определением границ, в пределах которых справедливы соответствующие физические концепции, модели, теории;                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.5 | - обучение физическим принципам работы некоторых устройств микро- и наноэлектроники;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1.6 | - формирование навыков и умений исследовательской и инженерной работы;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.7 | - обучение методам обработки и анализа результатов лабораторных экспериментов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

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

|                   |                                                                                                                       |      |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Цикл (раздел) ОП: |                                                                                                                       | Б1.О |
| 2.1               | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |      |
| 2.1.1             | Математика                                                                                                            |      |
| 2.1.2             | Метрология, стандартизация и сертификация                                                                             |      |
| 2.1.3             | Статистическая физика электронных процессов                                                                           |      |
| 2.1.4             | Теоретические основы электротехники                                                                                   |      |
| 2.1.5             | Физические основы электроники                                                                                         |      |
| 2.1.6             | Ознакомительная практика                                                                                              |      |
| 2.1.7             | Учебная практика                                                                                                      |      |
| 2.1.8             | Физика                                                                                                                |      |
| 2.1.9             | Учебная практика (ознакомительная)                                                                                    |      |
| 2.1.10            | Химия                                                                                                                 |      |
| 2.2               | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1             | Производственная практика                                                                                             |      |
| 2.2.2             | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |      |
| 2.2.3             | Преддипломная практика                                                                                                |      |
| 2.2.4             | Производственная практика                                                                                             |      |

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

**ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**

**ОПК-1.1. Использует положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности**

**Знать**

фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.

**Уметь**

применять фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.

**Владеть**

навыками использования фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов.

**ОПК-1.2. Использует положения, законы математики для решения задач инженерной деятельности**

**Знать**

физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

**Уметь**

применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

**Владеть**

навыками использования физических законов и математических методов для решения задач теоретического и прикладного характера.

**ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных**

|                                                                                        |                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-2.1. Проводит самостоятельно экспериментальные исследования</b>                 |                                                                                                                                    |
| <b>Знать</b>                                                                           | основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, систем стандартизации и сертификации.                        |
| <b>Уметь</b>                                                                           | использовать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, систем стандартизации и сертификации.           |
| <b>Владеть</b>                                                                         | навыками использования основных методов и средств проведения экспериментальных исследований, систем стандартизации и сертификации. |
| <b>ОПК-2.2. Использует основные приемы обработки и представления полученных данных</b> |                                                                                                                                    |
| <b>Знать</b>                                                                           | основные способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований.                                                 |
| <b>Уметь</b>                                                                           | применять основные способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования.                                        |
| <b>Владеть</b>                                                                         | навыками применения основных способов и средств измерений и проведения экспериментальных исследований.                             |

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

|            |                                                                                                                                                                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                  |
| 3.1.1      | базовые концепции и модели общей физики, физики полупроводников, квантовой физики, статистической физики, химии, метрологии.                                                                                   |
| <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 задачей исследования характеристик и параметров материалов и структур микро- и нанoeлектроники. |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                |
| 3.3.1      | начальными навыками экспериментального исследования параметров и характеристик материалов и структур микро- и нанoeлектроники.                                                                                 |

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

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                                      | Литература                                                                             | Форма контроля                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение</b>                                                                                                                                                   |                |       |                                                  |                                                                                        |                               |
| 1.1         | Введение в дисциплину /Тема/                                                                                                                                                | 5              | 0     |                                                  |                                                                                        | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 1.2         | Введение в дисциплину «Физические основы микро- и нанoeлектроники». Основные этапы развития, связь с другими дисциплинами направления «Электроника и нанoeлектроника» /Лек/ | 5              | 1     | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.4Л2.3Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                      |
|             | <b>Раздел 2. Основные приближения зонной теории твердого тела</b>                                                                                                           |                |       |                                                  |                                                                                        |                               |
| 2.1         | Основные приближения зонной теории твердого тела /Тема/                                                                                                                     | 5              | 0     |                                                  |                                                                                        | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 2.2         | Основные приближения зонной теории твердого тела. Особенности энергетического спектра электрона в кристалле. /Лек/                                                          | 5              | 1     | ОПК-1.1-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3              | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                                      | Экзамен.                      |
| 2.3         | Понятие эффективной массы; особенности классического и квантовомеханического описания электронного газа в полупроводниках и металлах. /Лек/                                 | 5              | 1     | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                                      | Экзамен.                      |

|     |                                                                                                                                                                        |   |   |                                                  |                                                                                           |                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 2.4 | Исследование зависимости электропроводности полупроводниковых материалов от температуры и освещения. /Лаб/                                                             | 5 | 4 | ОПК-1.1-В<br>ОПК-1.2-В<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.3Л3.4<br>Л3.5 Л3.6<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7         | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 2.5 | Основные приближения зонной теории твердого тела. /Ср/                                                                                                                 | 5 | 4 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                                         | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|     | <b>Раздел 3. Собственные и примесные полупроводники</b>                                                                                                                |   |   |                                                  |                                                                                           |                                                          |
| 3.1 | Собственные и примесные полупроводники /Тема/                                                                                                                          | 5 | 0 |                                                  |                                                                                           | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 3.2 | Собственные и примесные полупроводники. Типы и роль примесей в полупроводниках. Методы расчета положения уровня Ферми в полупроводнике. /Лек/                          | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                          | Экзамен.                                                 |
| 3.3 | Особенности температурной зависимости концентрации носителей заряда, основные эффекты, проявляющиеся при высоком уровне легирования; вырожденные полупроводники. /Лек/ | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                                  | Экзамен.                                                 |
| 3.4 | Измерение вольт-амперных характеристик и вольт-фарадных характеристик полупроводниковых барьерных структур (диод Шоттки, p-n переход) /Лаб/                            | 5 | 4 | ОПК-1.1-В<br>ОПК-1.2-В<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3Л3.4<br>Л3.5 Л3.8<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 3.5 | Собственные и примесные полупроводники /Ср/                                                                                                                            | 5 | 8 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                          | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|     | <b>Раздел 4. Кинетические явления в твердых телах</b>                                                                                                                  |   |   |                                                  |                                                                                           |                                                          |
| 4.1 | Кинетические явления в твердых телах /Тема/                                                                                                                            | 5 | 0 |                                                  |                                                                                           | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 4.2 | Кинетические явления в твердых телах. Неравновесные явления в полупроводниках. /Лек/                                                                                   | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                          | Экзамен.                                                 |
| 4.3 | Основные механизмы рассеяния носителей заряда, подвижность. Тепловые колебания атомов кристаллической решетки. /Лек/                                                   | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7                                  | Экзамен.                                                 |
| 4.4 | Измерение диффузионной длины и времени жизни носителей заряда в полупроводниках. /Лаб/                                                                                 | 5 | 4 | ОПК-1.1-В<br>ОПК-1.2-В<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.3<br>Л2.5Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |

|     |                                                                                                                                         |   |    |                                                                                                      |                                                                  |                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 4.5 | Кинетические явления в твердых телах /Ср/                                                                                               | 5 | 6  | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У                                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7         | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 5. Процессы переноса в металлах</b>                                                                                           |   |    |                                                                                                      |                                                                  |                                  |
| 5.1 | Процессы переноса в металлах /Тема/                                                                                                     | 5 | 0  |                                                                                                      |                                                                  | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
| 5.2 | Процессы переноса в металлах. Типичные свойства металлов. Функция Ферми. Электропроводность металлов, зависимость от температуры. /Лек/ | 5 | 2  | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3                                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 5.3 | Процессы переноса в металлах. /Ср/                                                                                                      | 5 | 10 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У                                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 6. Кинетические явления в полупроводниках</b>                                                                                 |   |    |                                                                                                      |                                                                  |                                  |
| 6.1 | Кинетические явления в полупроводниках /Тема/                                                                                           | 5 | 0  |                                                                                                      |                                                                  | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
| 6.2 | Кинетические явления в полупроводниках /Лек/                                                                                            | 5 | 2  | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3                                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
| 6.3 | Кинетические явления в полупроводниках /Ср/                                                                                             | 5 | 7  | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7         | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 7. Оптические явления в твердых телах</b>                                                                                     |   |    |                                                                                                      |                                                                  |                                  |
| 7.1 | Оптические явления в твердых телах /Тема/                                                                                               | 5 | 0  |                                                                                                      |                                                                  | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
| 7.2 | Оптические явления в твердых телах. Межзонные электронные переходы. Экситонные эффекты. /Лек/                                           | 5 | 2  | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3                                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7         | Экзамен.                         |
| 7.3 | Оптические явления в твердых телах /Ср/                                                                                                 | 5 | 6  | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У                                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7         | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
|     | <b>Раздел 8. Явления в сильных электрических полях</b>                                                                                  |   |    |                                                                                                      |                                                                  |                                  |
| 8.1 | Явления в сильных электрических полях /Тема/                                                                                            | 5 | 0  |                                                                                                      |                                                                  | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |

|      |                                                                                                                                                              |   |   |                                                  |                                                                      |                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 8.2  | Явления в сильных электрических полях. Понятие сильного поля. Эффект Френкеля-Пула. /Лек/                                                                    | 5 | 2 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7     | Экзамен.                                                 |
| 8.3  | Явления в сильных электрических полях. /Ср/                                                                                                                  | 5 | 6 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7             | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|      | <b>Раздел 9. Контактные и поверхностные явления в твердых телах</b>                                                                                          |   |   |                                                  |                                                                      |                                                          |
| 9.1  | Контактные и поверхностные явления в твердых телах /Тема/                                                                                                    | 5 | 0 |                                                  |                                                                      | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 9.2  | Понятия работы выхода, контактной разности потенциалов, зонные диаграммы и вольтамперные характеристики контакта металл-полупроводник и р-п- перехода. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7     | Экзамен.                                                 |
| 9.3  | Омические контакты. Гетеропереходы. Природа и свойства поверхностных состояний. /Лек/                                                                        | 5 | 2 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7             | Экзамен.                                                 |
| 9.4  | Поверхностная проводимость. Эффект поля и вольт-фарадные характеристики МДП-структур. /Лек/                                                                  | 5 | 2 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7     | Экзамен.                                                 |
| 9.5  | Изучение термоэлектрических и гальвано-магнитных эффектов в полупроводниках (изучение температурной зависимости термо-ЭДС, изучение эффекта Холла) /Лаб/     | 5 | 4 | ОПК-1.1-В<br>ОПК-1.2-В<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3Л3.1<br>Л3.7<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Отчет о лабораторной работе. Защита лабораторной работы. |
| 9.6  | Контактные и поверхностные явления в твердых телах. /Ср/                                                                                                     | 5 | 6 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7     | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|      | <b>Раздел 10. Сверхпроводимость</b>                                                                                                                          |   |   |                                                  |                                                                      |                                                          |
| 10.1 | Сверхпроводимость /Тема/                                                                                                                                     | 5 | 0 |                                                  |                                                                      | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
| 10.2 | Сверхпроводимость. Критическая температура. Сверхпроводники I и II рода. Высокотемпературные сверхпроводники. Высокотемпературная сверхпроводимость. /Лек/   | 5 | 2 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7     | Экзамен.                                                 |
| 10.3 | Сверхпроводимость. /Ср/                                                                                                                                      | 5 | 8 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7             | Аналитический отчет. Экзамен.                            |
|      | <b>Раздел 11. Неупорядоченные твердые тела</b>                                                                                                               |   |   |                                                  |                                                                      |                                                          |
| 11.1 | Неупорядоченные твердые тела /Тема/                                                                                                                          | 5 | 0 |                                                  |                                                                      | Аналитический отчет. Экзамен.                            |

|      |                                                                                                                                     |   |   |                                                  |                                                                       |                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 11.2 | Неупорядоченные твердые тела. Ближний и дальний порядок. Энергетические состояния электронов в неупорядоченных твердых телах. /Лек/ | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.2<br>Л2.3 Л2.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                      |
| 11.3 | Плотность состояний. Локализация Андерсона. Переход Андерсона. Порог подвижности. Хвосты плотности состояний. /Лек/                 | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Экзамен.                      |
| 11.4 | Неупорядоченные твердые тела. /Ср/                                                                                                  | 5 | 8 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.2<br>Л2.3 Л2.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический отчет. Экзамен. |
|      | <b>Раздел 12. Особенности жидкого состояния вещества</b>                                                                            |   |   |                                                  |                                                                       |                               |
| 12.1 | Особенности жидкого состояния вещества /Тема/                                                                                       | 5 | 0 |                                                  |                                                                       | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 12.2 | Особенности жидкого состояния вещества. Жидкость как агрегатное состояние вещества. /Лек/                                           | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Экзамен.                      |
| 12.3 | Тепловое движение частиц в жидкостях. Квантовые жидкости. /Лек/                                                                     | 5 | 1 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Экзамен.                      |
| 12.4 | Особенности жидкого состояния вещества. /Ср/                                                                                        | 5 | 4 | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Аналитический отчет. Экзамен. |
|      | <b>Раздел 13. Вещества, сочетающие порядок и беспорядок</b>                                                                         |   |   |                                                  |                                                                       |                               |
| 13.1 | Вещества, сочетающие порядок и беспорядок /Тема/                                                                                    | 5 | 0 |                                                  |                                                                       | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 13.2 | Вещества, сочетающие порядок и беспорядок. Сильно легированные полупроводники, жидкие кристаллы. /Лек/                              | 5 | 2 | ОПК-1.2-3<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Экзамен.                      |
| 13.3 | Вещества, сочетающие порядок и беспорядок. /Ср/                                                                                     | 5 | 4 | ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У                           | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Аналитический отчет. Экзамен. |
|      | <b>Раздел 14. Наноматериалы и нанотехнологии</b>                                                                                    |   |   |                                                  |                                                                       |                               |
| 14.1 | Наноматериалы и нанотехнологии /Тема/                                                                                               | 5 | 0 |                                                  |                                                                       | Аналитический отчет. Экзамен. |
| 14.2 | Наноматериалы и нанотехнологии. Перспективы и тенденции разработки современных технологий и материалов. /Лек/                       | 5 | 2 | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7              | Экзамен.                      |

|      |                                                                                                                          |   |       |                                                  |                                                          |                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 14.3 | Нanomатериалы и нанотехнологии. /Ср/                                                                                     | 5 | 8     | ОПК-1.1-У<br>ОПК-1.2-У<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.2-У | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
|      | <b>Раздел 15. Заключение</b>                                                                                             |   |       |                                                  |                                                          |                                  |
| 15.1 | Заключение /Тема/                                                                                                        | 5 | 0     |                                                  |                                                          | Аналитический<br>отчет. Экзамен. |
| 15.2 | Заключение. Обобщение современных достижений и анализ проблем в области физических основ микро- и нанoeлектроники. /Лек/ | 5 | 1     | ОПК-1.1-3<br>ОПК-1.2-3<br>ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7 | Экзамен.                         |
|      | <b>Раздел 16. Подготовка к аттестации, иная контактная работа</b>                                                        |   |       |                                                  |                                                          |                                  |
| 16.1 | Подготовка к аттестации, иная контактная работа /Тема/                                                                   | 5 | 0     |                                                  |                                                          |                                  |
| 16.2 | Подготовка к экзамену /Экзамен/                                                                                          | 5 | 44,65 |                                                  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 Э6 Э7        | Контрольные<br>вопросы.          |
| 16.3 | Консультация перед экзаменом /Кнс/                                                                                       | 5 | 2     |                                                  |                                                          |                                  |
| 16.4 | Прием экзамена /ИКР/                                                                                                     | 5 | 0,35  |                                                  |                                                          | Контрольные<br>вопросы.          |

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

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Физические основы микро- и нанoeлектроники"")

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

##### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

| №    | Авторы, составители                                | Заглавие                                             | Издательство, год                                   | Количество/<br>название ЭБС                                                                                       |
|------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Гуртов В. А.,<br>Осауленко Р. Н.,<br>Алешина Л. А. | Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие | Москва:<br>Техносфера,<br>2012, 560 с.              | 978-5-94836-<br>327-1,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/26903.html">http://www.iprbookshop.ru/26903.html</a> |
| Л1.2 | Епифанов Г.И.                                      | Физика твердого тела : учеб. пособие                 | СПб.: Лань,<br>2011, 288с.                          | 978-5-8114-<br>1001-9, 1                                                                                          |
| Л1.3 | Байков Ю.А.,<br>Кузнецов В.М.                      | Физика конденсированного состояния : учеб. пособие   | М.: БИНОМ.<br>Лаборатория<br>знаний, 2011,<br>293с. | 978-5-9963-<br>0290-1, 1                                                                                          |
| Л1.4 | Ансельм А. И.                                      | Введение в теорию полупроводников                    | Санкт-<br>Петербург:<br>Лань, 2022, 624<br>с.       | 978-5-8114-<br>0762-0,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/212255">https://e.lanbook.com/book/212255</a>       |

##### 6.1.2. Дополнительная литература

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

| №    | Авторы, составители                                    | Заглавие                                                                                               | Издательство, год                                 | Количество/название ЭБС                                                                                       |
|------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Анфимов И. М.,<br>Кобелева С. П.,<br>Щемеров И. В.     | Физика конденсированного состояния. Электронная структура твердых тел : лабораторный практикум         | Москва:<br>Издательский Дом МИСиС,<br>2014, 76 с. | 978-5-87623-724-8,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/56588.html">http://www.iprbookshop.ru/56588.html</a> |
| Л2.2 | Вихров С. П.,<br>Вишняков Н. В.,<br>Мишустин В. Г.     | Физические процессы в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников : учебное пособие | Саратов:<br>Вузовское образование,<br>2019, 75 с. | 978-5-4487-0364-5,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/79688.html">http://www.iprbookshop.ru/79688.html</a> |
| Л2.3 | Вихров С. П.,<br>Холомина Т. А.                        | Свойства и применение металлов и полупроводников : учебное пособие                                     | Саратов:<br>Вузовское образование,<br>2019, 80 с. | 978-5-4487-0365-2,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/79791.html">http://www.iprbookshop.ru/79791.html</a> |
| Л2.4 | Айвазов А.А.,<br>Будагян Б.Г., Вихров С.П., Попов А.И. | Неупорядоченные полупроводники : Учеб.пособие для вузов                                                | М.МЭИ:Высш. шк., 1995, 352с.                      | 5-7046-0142-1, 1                                                                                              |
| Л2.5 | Вихров С.П.,<br>Холомина Т.А.                          | Свойства и применение металлов и полупроводников : Учеб.пособие                                        | Рязань, 2004, 84с.                                | 5-7722-0250-2, 1                                                                                              |

#### 6.1.3. Методические разработки

| №    | Авторы, составители                                                                  | Заглавие                                                                                                  | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛЗ.1 | Авачёв А., Зубков М.,<br>Кострюков С.,<br>Мишустин В.Г                               | Технология материалов электронной техники ЧАСТЬ 1 : Методические указания                                 | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012, | ,<br><a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1159">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1159</a> |
| ЛЗ.2 | Холомина Т.А.,<br>Евдокимова Е.Н.                                                    | Подготовка студентов к текущему и промежуточному контролю освоения компетенций : Методические указания    | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016, | ,<br><a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1295">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1295</a> |
| ЛЗ.3 | Мальченко С.И.,<br>Мишустин В.Г.,<br>Тимофеев В.Н.                                   | Материалы и компоненты радиоэлектронных средств : Методические указания                                   | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2012, | ,<br><a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1638">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1638</a> |
| ЛЗ.4 | Тимофеев В.Н.,<br>Холомина Т.А.,<br>Шемонаев Н.В.                                    | Материалы и элементы электронной техники : Метод.указ.к лаб.работам                                       | Рязань, 2001, 64с.       | , 1                                                                                                |
| ЛЗ.5 | Холомина Т.А.,<br>Ампилогов В.Н.,<br>Кобцева Ю.Н.,<br>Лабутин А.В.,<br>Литвинов В.Г. | Физика твердого тела : Метод.указ.к лаб.раб.                                                              | Рязань, 2002, 96с.       | , 1                                                                                                |
| ЛЗ.6 | Авачев А.П.,<br>Воробьева Ю.В.,<br>Мишустин В.Г.,<br>Фомин П.А.                      | Физико-химические основы технологических процессов микро- и нанoeлектроники : метод. указ. к лаб. работам | Рязань, 2011, 48с.       | , 1                                                                                                |

| №    | Авторы, составители                               | Заглавие                                                                                    | Издательство, год         | Количество/название ЭБС |
|------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ЛЗ.7 | Литвинов В.Г.,<br>Мишустин В.Г.,<br>Холомина Т.А. | Изучение температурной зависимости термо-ЭДС в полупроводниках : метод. указ. к лаб. работе | Рязань, 2019, 16с.; прил. | , 1                     |
| ЛЗ.8 | Литвинов В.Г.,<br>Мишустин В.Г.,<br>Холомина Т.А. | Исследование диода Шоттки методом вольт-фарадных характеристик : метод. указ. к лаб. работе | Рязань, 2019, 20с.; прил. | , 1                     |

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

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

## 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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

| Наименование                                 | Описание                                               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Операционная система Windows                 | Коммерческая лицензия                                  |
| Kaspersky Endpoint Security                  | Коммерческая лицензия                                  |
| Adobe Acrobat Reader                         | Свободное ПО                                           |
| LibreOffice                                  | Свободное ПО                                           |
| Операционная система Windows XP              | Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно |
| Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» | Коммерческая лицензия                                  |
| NI LabView                                   | Лицензия для образовательных учреждений                |

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |                                                                                         |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.2.1 | Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|

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

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 341 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием<br>столы лабораторные (22 шт.), доска магнитно-маркерная, экран настенный, 5 компьютеров, блок питания ВИП-01 (3 шт.), вольтметры В7-21А (3 шт.), В7-21, В7-35 (3 шт.), осциллографы С1-64А (3 шт.), С1-75, измерители Е4-7, Е9-4                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2 | 404 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (120 мест), мультимедийное оборудование, экран, компьютер, доска.                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3 | 57 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория<br>для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, лабораторных работ текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная лабораторным оборудованием<br>20 мест, мультимедиа проектор Aser X128H, доска магнитно-маркерная, компьютер, 8 лабораторных столов, 3 компьютера, блоки питания ВИП-009 (7 шт.), ВИП-010(4 шт.), вольтметры В7-21(4 шт.), В7-21А(3 шт.), Ф283, генераторы Г4-165, Г4-81, Г6-27, измеритель Л2-56, лазер ЛГИ-502, осциллографы С1-65, С1-76 |
| 4 | 343 учебно-административный корпус. Учебно-вспомогательная<br>Аудитория для хранения и ремонта оборудования<br>2 компьютера, принтер, сканер, 5 мест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

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

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** 17:38 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей  
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

**02.07.25** 14:15 (MSK)

Простая подпись