

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

**Зачет "Физика кванторазмерных структур"**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Микро- и нанoeлектроники**  
Учебный план 1.3.11.\_06\_25\_00.plx  
1.3.11. Физика полупроводников

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 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    |
| Иная контактная<br>работа                 | 0,25    | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Итого ауд.                                | 0,25    | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Контактная работа                         | 0,25    | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Сам. работа                               | 18      | 18    | 18    | 18    |
| Часы на контроль                          | 53,75   | 53,75 | 53,75 | 53,75 |
| Итого                                     | 72      | 72    | 72    | 72    |

г. Рязань

Программу составил(и):

*д.ф.-м.н., зав.каф., Литвинов Владимир Георгиевич*

Рабочая программа дисциплины

**Зачет "Физика квантооразмерных структур"**

разработана в соответствии с:

ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

1.3.11. Физика полупроводников

утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Микро- и наноэлектроники**

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 наноэлектроники**

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

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

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

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

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

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

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

**Микро- и наноэлектроники**

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

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

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов систематических знаний в области фундаментальных теоретических принципов, определяющих особенности физических процессов и явлений в твердых телах, как научной основы для выполнения научно-квалификационной работы (НКР), проведения научно-исследовательской и дальнейшей профессиональной деятельности. |
| 1.2 | В задачи дисциплины входит:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.3 | - изучение физических процессов, фундаментальных основ физики твердого тела и методов их практического использования;                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1.4 | - расширение научного кругозора и эрудиции аспирантов, овладение методами теоретического описания и основными теоретическими моделями физики твердого тела с четким определением границ, в пределах которых справедливы те или иные физические концепции, модели, теории;                                                                                               |
| 1.5 | - совершенствование навыков постановки физического эксперимента по изучению свойств твердых тел, применения современных экспериментальных методик и информационно-коммуникационных технологий;                                                                                                                                                                          |
| 1.6 | - совершенствование навыков моделирования физических процессов в твердо-тельных материалах и структурах с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;                                                                                                                                                                                         |
| 1.7 | - совершенствование навыков профессионального изложения научного, экспериментального и теоретического материала в виде докладов, презентаций, научных публикаций;                                                                                                                                                                                                       |
| 1.8 | - умения теоретически обосновать явления, обусловленные физическими процессами в твердых телах;                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.9 | - применение приобретенных теоретических и практических знаний для решения конкретных задач при подготовке выпускных работ, в научно-исследовательской, а также дальнейшей профессиональной деятельности.                                                                                                                                                               |

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

|                   |                                                                                                                |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП: | 2.3.7                                                                                                          |
| 2.1               | Требования к предварительной подготовке обучающегося:                                                          |
| 2.2               | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |

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

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

|       |                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1   | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.1.1 | базовые концепции и модели квантовой и статистической физики, основные свойства и законы движения микрочастиц, основы физики электронных процессов в твердом теле и зонной теории твердых тел.                                               |
| 3.2   | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.2.1 | применять на практике основные приемы и программные средства обработки и представления данных в соответствии с задачей исследования физических процессов в твердом теле, элементах и квантоворазмерных структурах твердотельной электроники. |
| 3.3   | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                              |
| 3.3.1 | навыками экспериментального исследования параметров и характеристик твердо-тельных материалов и приборов с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.                                                             |

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

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература                                            | Форма контроля |
|-------------|-------------------------------------------|----------------|-------|-------------|-------------------------------------------------------|----------------|
|             | <b>Раздел 1. Зачёт</b>                    |                |       |             |                                                       |                |
| 1.1         | Зачёт /Тема/                              | 5              | 0     |             |                                                       |                |
| 1.2         | Зачёт /Ср/                                | 5              | 18    |             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | Зачёт.         |
| 1.3         | Зачёт /ИКР/                               | 5              | 0,25  |             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | Зачёт.         |
| 1.4         | /Зачёт/                                   | 5              | 53,75 |             |                                                       |                |

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

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Зачёт Физика квантоворазмерных структур").

**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 | Анфимов И. М.,<br>Кобелева С. П.,<br>Коновалов М. П.,<br>Осипов Ю. В., Орлова<br>М. Н., Спицына Л. Г. | Физика твердого тела : сборник задач                                                       | Москва:<br>Издательский<br>Дом МИСиС,<br>2011, 70 с. | 978-5-87623-<br>426-1,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/56591.html">http://www.iprbookshop.ru/56591.html</a> |
| Л1.2 | Разумовская И. В.                                                                                     | Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки | Москва:<br>Прометей,<br>2011, 64 с.                  | 978-5-4263-<br>0032-3,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/9611.html">http://www.iprbookshop.ru/9611.html</a>   |
| Л1.3 | Епифанов Г.И.                                                                                         | Физика твердого тела : учеб. пособие                                                       | СПб.: Лань,<br>2011, 288с.                           | 978-5-8114-<br>1001-9                                                                                             |
| Л1.4 | Холомина Т.А.                                                                                         | Электронные процессы в твердом теле : учеб. пособие                                        | Рязань, 2017,<br>68с.                                |                                                                                                                   |

**6.1.2. Дополнительная литература**

| №    | Авторы, составители           | Заглавие                                                           | Издательство, год          | Количество/название ЭБС |
|------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Л2.1 | Павлов П.В., Хохлов<br>А.Ф.   | Физика твердого тела : Учеб.для вузов                              | М.:Выш.шк.,<br>2000, 494с. | 5-06-003770-<br>3       |
| Л2.2 | Вихров С.П.,<br>Холомина Т.А. | Свойства и применение металлов и полупроводников :<br>Учеб.пособие | Рязань, 2004,<br>84с.      | 5-7722-0250-<br>2       |

**6.1.3. Методические разработки**

| №    | Авторы, составители | Заглавие                                           | Издательство, год     | Количество/название ЭБС |
|------|---------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Л3.1 | Холомина Т.А.       | Физика твердого тела : Метод.указ.к практ.занятиям | Рязань, 2006,<br>39с. |                         |

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

|    |                                                  |
|----|--------------------------------------------------|
| Э1 | Сайт кафедры Микро- и нанoeлектроники            |
| Э2 | Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ» |
| Э3 | Единое окно доступа к образовательным ресурсам   |

| <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> |                                                                                                                    |
| <b>Наименование</b>                                                                                                                | <b>Описание</b>                                                                                                    |
| Kaspersky Endpoint Security                                                                                                        | Коммерческая лицензия                                                                                              |
| LibreOffice                                                                                                                        | Свободное ПО                                                                                                       |
| Adobe Acrobat Reader                                                                                                               | Свободное ПО                                                                                                       |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>                                                                             |                                                                                                                    |
| 6.3.2.1                                                                                                                            | Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>                            |
| 6.3.2.2                                                                                                                            | Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>                    |
| 6.3.2.3                                                                                                                            | Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.) |

| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                 | 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 |
| 2                                                                 | 42 учебно-административный корпус. Учебная лаборатория 24 места, мультимедиа проектор Ben QMP575, доска магнитно-маркерная, 3 компьютера, 3 измерительных прибора NanoEducator, устройство заточки/травления зондов, 2 спектрометра СФ-26, вольтметры В7-21А(3шт.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| <b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b>                                                                                                                               |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Зачёт Физика квантоворазмерных структур"). |  |

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ**11.07.25** 15:17  
(MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Литвинов Владимир  
Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ**11.07.25** 15:17  
(MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
НАЧАЛЬНИКОМ ОА**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Нефедова Елена  
Евгеньевна, Начальник отдела аспирантуры**14.07.25** 10:22  
(MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ПРОРЕКТОРОМ ПО НР  
И И**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Гусев Сергей Игоревич,  
Проректор по научной работе и инновациям**14.07.25** 14:11  
(MSK)

Простая подпись