

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"  
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к911) Физика и теоретическая  
механика



Пячин С.А.,  
профессор

26.04.2024

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Атомная и ядерная физика**

для направления 16.03.01 Техническая физика

Составитель(и): к.ф.-м.н., Доцент, Зиссер И.С.

Обсуждена на заседании кафедры: (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от 25.04.2024г. № 4

Обсуждена на заседании методической комиссии по родственным направлениям и специальностям: Протокол

---

---

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

Председатель МК РНС

\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_ 2025 г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор

---

---

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

Председатель МК РНС

\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_ 2026 г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор

---

---

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

Председатель МК РНС

\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_ 2027 г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор

---

---

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

Председатель МК РНС

\_\_\_ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от \_\_\_ 2028 г. № \_\_\_  
Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор

Рабочая программа дисциплины Атомная и ядерная физика

разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.06.2020 № 696

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

**ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

|                         |     |                            |
|-------------------------|-----|----------------------------|
| Часов по учебному плану | 216 | Виды контроля в семестрах: |
| в том числе:            |     | экзамены (семестр) 4       |
| контактная работа       | 84  | РГР 4 сем. (2)             |
| самостоятельная работа  | 96  |                            |
| часов на контроль       | 36  |                            |

**Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семес<br>тр на курсе>) | 4 (2.2) |     | Итого |     |
|--------------------------------------------|---------|-----|-------|-----|
| Неделя                                     | 17 3/6  |     |       |     |
| Вид занятий                                | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                     | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Лабораторные                               | 16      | 16  | 16    | 16  |
| Практические                               | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Контроль<br>самостоятельно<br>й работы     | 4       | 4   | 4     | 4   |
| Итого ауд.                                 | 80      | 80  | 80    | 80  |
| Контактная<br>работа                       | 84      | 84  | 84    | 84  |
| Сам. работа                                | 96      | 96  | 96    | 96  |
| Часы на<br>контроль                        | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                      | 216     | 216 | 216   | 216 |

**1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Атомная физика: боровская теория атома; закономерности в атомных спектрах; постулаты Бора; опыт Франка и Герца; квантовомеханическая теория водородного атома; гипотеза де-Бройля; уравнение Шредингера; свойства волновой функции; прохождение частиц через потенциальный барьер; многоэлектронные атомы; спектры щелочных металлов, эффект Зеемана; распределение электронов в атоме по энергетическим уровням; рентгеновские спектры; молекулы и кристаллы; молекулярные спектры; лазеры; нелинейная оптика. Ядерная физика: атомное ядро; масса и энергия связи ядра; радиоактивность, ядерные реакции; термоядерные реакции; элементарные частицы; классы элементарных частиц и виды их взаимодействия; методы наблюдения элементарных частиц, систематика элементарных частиц. |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|                 |                                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код дисциплины: | Б1.О.06.04                                                                                                   |
| <b>2.1</b>      | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                 |
| 2.1.1           | Электромагнетизм                                                                                             |
| 2.1.2           | Механика. Термодинамика                                                                                      |
| <b>2.2</b>      | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1           | Физика твердого тела                                                                                         |
| 2.2.2           | Методы физико-химического анализа                                                                            |
| 2.2.3           | Научно-исследовательская работа                                                                              |
| 2.2.4           | Физическое материаловедение                                                                                  |

**3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

**ОПК-1: Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности**

**Знать:**

концептуальные и теоретические основы физики, ее место в общей системе наук и ценностей; □ фундаментальные законы природы и основы механики, теории колебаний и волн, электричества и магнетизма, физической оптики, атомной и квантовой физики, физики ядра и элементарных частиц, статистической физики и классической термодинамики; □ основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; историю развития и становления физики, ее современное состояние; основные методы научного познания, используемые в физике (наблюдение, описание, измерение, эксперимент).

**Уметь:**

объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах; проводить количественные оценки параметров и величин физических эффектов, наблюдаемых в твердых телах; использовать стандартную терминологию, определения и обозначения; применять полученные знания при изучении других дисциплин. Объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; □ указывать, какие законы описывают данное явление или эффект; устанавливать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы; использовать знания, полученные при изучении других дисциплин естественнонаучного цикла.

**Владеть:**

терминологическим аппаратом для описания структуры, свойств и явлений в конденсированном состоянии вещества; навыками выбора методов исследования структуры и свойств веществ в конденсированном состоянии; навыками определения типа кристаллической структуры и расчета ее параметров; основными навыками решения задач в области физики конденсированного состояния вещества.

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                            | Семестр / Курс | Часов | Компетен-ции | Литература                      | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|--------------|---------------------------------|------------|------------|
|             | <b>Раздел 1. Лекции</b>                                                                                                                                              |                |       |              |                                 |            |            |
| 1.1         | Атомная физика: боровская теория атома; закономерности в атомных спектрах; постулаты Бора; опыт Франка и Герца; квантовомеханическая теория водородного атома. /Лек/ | 4              | 4     | ОПК-1        | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0          |            |

|     |                                                                                                                                                      |   |   |       |                                         |   |  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------|-----------------------------------------|---|--|
| 1.2 | Атомная физика: гипотеза де-Бройля; уравнение Шредингера; свойства волновой функции; прохождение частиц через потенциальный барьер. /Лек/            | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | 0 |  |
| 1.3 | Атомная физика: многоэлектронные атомы; спектры щелочных металлов, эффект Зеемана; распределение электронов в атоме по энергетическим уровням. /Лек/ | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | 0 |  |
| 1.4 | Атомная физика: рентгеновские спектры; молекулы и кристаллы; молекулярные спектры. /Лек/                                                             | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | 0 |  |
| 1.5 | Атомная физика: лазеры; нелинейная оптика. /Лек/                                                                                                     | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | 0 |  |
| 1.6 | Ядерная физика: атомное ядро; масса и энергия связи ядра; радиоактивность, элементарные частицы. /Лек/                                               | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | 0 |  |
| 1.7 | Ядерная физика: ядерные реакции; термоядерные реакции. /Лек/                                                                                         | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | 0 |  |
| 1.8 | Ядерная физика: классы элементарных частиц и виды их взаимодействия; методы наблюдения элементарных частиц, систематика элементарных частиц. /Лек/   | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4         | 0 |  |
|     | <b>Раздел 2. Практические работы</b>                                                                                                                 |   |   |       |                                         |   |  |
| 2.1 | Сериальные закономерности в атомных спектрах. Постулаты Бора. /Пр/                                                                                   | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 2.2 | Волны де-Бройля. Соотношения неопределённости. /Пр/                                                                                                  | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 2.3 | Плотность вероятности, волновая функция. Уравнение Шрёдингера. /Пр/                                                                                  | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 2.4 | Прохождение частиц через потенциальный барьер. Эффект Зеемана. /Пр/                                                                                  | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 2.5 | Распределение электронов в атоме по энергетическим уровням. /Пр/                                                                                     | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 2.6 | Молекулярные спектры. Рентгеновские спектры. /Пр/                                                                                                    | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 2.7 | Масса и энергия связи ядра. /Пр/                                                                                                                     | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 2.8 | Ядерные реакции. /Пр/                                                                                                                                | 4 | 4 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
|     | <b>Раздел 3. Лабораторные работы</b>                                                                                                                 |   |   |       |                                         |   |  |

|                                         |                                                                                          |   |    |       |                                             |   |  |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------|---------------------------------------------|---|--|
| 3.1                                     | 2а Строение атома /Лаб/                                                                  | 4 | 2  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 3.2                                     | 3а Полупроводниковые фотоэлементы /Лаб/                                                  | 4 | 2  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 3.3                                     | 4а Температурная зависимость сопротивления проводников /Лаб/                             | 4 | 2  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 3.4                                     | 10а Изучение некоторых свойств оптического квантового генератора. /Лаб/                  | 4 | 4  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 3.5                                     | 11а Определение пьезопотенциала возбуждения атома Криптона методом Франка и Герца. /Лаб/ | 4 | 4  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 3.6                                     | 12а Исследование космических лучей /Лаб/                                                 | 4 | 2  | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| <b>Раздел 4. Самостоятельная работа</b> |                                                                                          |   |    |       |                                             |   |  |
| 4.1                                     | Изучение теоретического материала по учебной и учебно-методической литературе /Ср/       | 4 | 24 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 4.2                                     | Подготовка к выполнению лабораторной работы и ее защита (оформление заготовки) /Ср/      | 4 | 20 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 4.3                                     | Подготовка к практическим занятиям и решению задач. /Ср/                                 | 4 | 18 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 4.4                                     | подготовка, выполнение и защита РГР №1 Волны. /Ср/                                       | 4 | 16 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| 4.5                                     | Подготовка, выполнение и защита РГР №2 Масса и энергия связи ядра. /Ср/                  | 4 | 18 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |
| <b>Раздел 5. Контроль</b>               |                                                                                          |   |    |       |                                             |   |  |
| 5.1                                     | Подготовка к экзамену. /Экзамен/                                                         | 4 | 36 | ОПК-1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 | 0 |  |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

|      | Авторы, составители | Заглавие                                                         | Издательство, год    |
|------|---------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Л1.1 | ТРОФИМОВА Т.И.      | КУРС ФИЗИКИ: УЧЕБ.ПОСОБИЕ ДЛЯ СТУД. УЧРЕЖДЕНИЙ ВЫСШ. ОБРАЗОВАНИЯ | Москва: Юрайт, 2020, |

|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                             | Авторы, составители               | Заглавие                                                                                                                                             | Издательство, год                                                                                              |
| Л1.2                                                                                                                                                                                                                                                        | Савельев И. В.                    | Курс физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебник для вузов | Санкт-Петербург: Лань, 2024, <a href="https://e.lanbook.com/book/367055">https://e.lanbook.com/book/367055</a> |
| <b>6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)</b>                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | Авторы, составители               | Заглавие                                                                                                                                             | Издательство, год                                                                                              |
| Л2.1                                                                                                                                                                                                                                                        | Сивухин Д.В.                      | Общий курс физики: Учеб. пособие для вузов. В 5т. Т. 5. Атомная и ядерная физика                                                                     | М: ФИЗМАТЛИТ, 2006,                                                                                            |
| Л2.2                                                                                                                                                                                                                                                        | Трофимова Т.И., Фирсов А.В.       | Курс физики с примерами решения задач. В 2 т. Т.2.: учебник                                                                                          | Москва: КНОРУС, 2020,                                                                                          |
| <b>6.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)</b>                                                                                                                                       |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | Авторы, составители               | Заглавие                                                                                                                                             | Издательство, год                                                                                              |
| Л3.1                                                                                                                                                                                                                                                        | Литвинова М.Н.                    | Физика: Оптика. Физика атома и твердого тела: сб. лаб. работ                                                                                         | Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2016,                                                                               |
| <b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)</b>                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| Э1                                                                                                                                                                                                                                                          | Электронный каталог НТБ ДВГУПС    |                                                                                                                                                      | <a href="http://lib-irbis.dvgups.ru">http://lib-irbis.dvgups.ru</a>                                            |
| Э2                                                                                                                                                                                                                                                          | eLIBRARY.RU                       |                                                                                                                                                      | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                                                            |
| Э3                                                                                                                                                                                                                                                          | ЭБС «Лань»                        |                                                                                                                                                      | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>                                                        |
| Э4                                                                                                                                                                                                                                                          | Университетская библиотека ONLINE |                                                                                                                                                      | <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>                                                      |
| <b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>                            |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| <b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>                                                                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| Антиплагиат - Система автоматической проверки текстов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников, контракт 12724018158180000974/830 ДВГУПС                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| Free Conference Call (свободная лицензия)                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| Zoom (свободная лицензия)                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition - Антивирусная защита, контракт 469 ДВГУПС                                                                                                                                  |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| АСТ тест - Комплекс программ для создания банков тестовых заданий, организации и проведения сеансов тестирования, лиц.АСТ.РМ.А096.Л08018.04, дог.372                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>                                                                                                                                                                                                      |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |
| Профессиональная база данных: информационно-справочная система КонсультантПлюс - <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> ; информационно-справочная система Техэксперт/Кодекс - <a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a> |                                   |                                                                                                                                                      |                                                                                                                |

## 7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| Аудитория | Назначение                                                                                                                                    | Оснащение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3434      | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.                                                                                    | комплект учебной мебели, тематические плакаты.<br>Технические средства обучения: интерактивная доска, проектор, ноутбук.<br>Лицензионное программное обеспечение: Windows 10 Pro для образовательных учреждений, версия 1909; Microsoft Office Pro Plus 2007; лиц. 168699; Антивирус Kaspersky Endpoint Security                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3537      | Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. | комплект учебной мебели, доска, тематические плакаты, установка для определения длины пробега частиц в воздухе (определение длины пробега Альфа-частиц ФПК-03, установка для изучения р-п перехода ФПК-06, установка для изучения температурной зависимости электропроводности металлов и полупроводников ФПК-07, установка для изучения спектра атома водорода ФПК-09, монохроматор МУМ (для ФПК-09), установка для излучения космических лучей ФПК-01, установка для изучения энергетического спектра электронов (изучение Бета - радиоактивности) ФПК-05, установка для изучения и анализа свойств материалов с помощью сцинтилляционного счетчика (изучение Гамма – радиоактивных элементов) ФПК-13, установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца ФПК-02. |
| 3532      | Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий. Лаборатория "Численное моделирование физических процессов".             | Комплект учебно-лабораторного оборудования «Общая физика» в составе 10 лабораторных работ с применением технологии виртуальной реальности Лицензионное программное обеспечение: Windows 10 Pro для образовательных учреждений, версия 1909;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| Аудитория | Назначение                                                                                                                                                                             | Оснащение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                                                        | Microsoft Office Pro Plus 2007; лиц. 168699; Антивирус Kaspersky Endpoint Security                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 423       | Помещения для самостоятельной работы обучающихся. зал электронной информации                                                                                                           | Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3317      | Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Читальный зал НТБ                                                                                                                    | Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3535      | Учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория "Оптика".                               | комплект учебной мебели, доска, тематические плакаты, установка "Изучение интерференционной схемы "колец Ньютона" ФПВ -05-2-2, установка "Получение и исследование поляризованного света" ФПВ-05-4-1, установка "Изучение дифракционной решетки и дисперсионной стеклянной призмы" ФПВ-05-3/5-1, установка для изучения абсолютно черного тела ФПК-11, установка для изучения внешнего фотоэффекта ФПК-10. Технические средства обучения: интерактивная доска.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 101/1     | Компьютерный класс для практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы. | Технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС (Intel(R) Core(TM) i5-3570K CPU @ 3.40GHz, 4Gb, int Video, 1 Tb, DVD+RW, ЖК 19").<br>Лицензионное программное обеспечение: Windows 10 Pro - MS DreamSpark 700594875, 7-Zip 16.02 (x64) (свободно распространяемое ПО), Autodesk 3ds Max 2019, Autodesk AutoCAD 2021, Autodesk AutoCAD Architecture 2021, Autodesk Inventor 2021, Autodesk Revit 2021- Для учебных заведений предоставляется бесплатно, Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), MATLAB R2013b - Контракт 410 от 10.08.2015, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 - 43107380, Microsoft Visio профессиональный 2013 - MS DreamSpark 700594875, Microsoft Visual Studio Enterprise 2017- MS DreamSpark 700594875, Mozilla Firefox 99.0.1 (свободно распространяемое ПО), Opera Stable 38.0.2220.41 (свободно распространяемое ПО), PTC Mathcad Prime 3.0 - Контракт 410 от 10.08.2015, лиц. 3A1874498, КОМПАС-3D V19 - КАД-19-0909.ПЭВМ с возможностью выхода в интернет по расписанию Windows 10 Pro Контракт №235 ДВГУПС от 24.08.2021;<br>Office Pro Plus 2019 Контракт №235 от 24.08.2021;<br>Kaspersky Endpoint Security Контракт № 0322100012923000077 от 06.06.2023;<br>КОМПАС-3D V19 Контракт № 995 от 09.10.2019;<br>nanoCAD Номер лицензии: NC230P-81412 Срок действия: с 01.08.2023 по 31.07.2024; |
| 101/1     | Компьютерный класс для практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы. | Технические средства обучения: компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС (Intel(R) Core(TM) i5-3570K CPU @ 3.40GHz, 4Gb, int Video, 1 Tb, DVD+RW, ЖК 19").<br>Лицензионное программное обеспечение: Windows 10 Pro - MS DreamSpark 700594875, 7-Zip 16.02 (x64) (свободно распространяемое ПО), Autodesk 3ds Max 2019, Autodesk AutoCAD 2021, Autodesk AutoCAD Architecture 2021, Autodesk Inventor 2021, Autodesk Revit 2021- Для учебных заведений предоставляется бесплатно, Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), MATLAB R2013b - Контракт 410 от 10.08.2015, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 - 43107380, Microsoft Visio профессиональный 2013 - MS DreamSpark 700594875, Microsoft Visual Studio Enterprise 2017- MS DreamSpark 700594875, Mozilla Firefox 99.0.1 (свободно распространяемое ПО), Opera Stable 38.0.2220.41 (свободно распространяемое ПО), PTC Mathcad Prime 3.0 - Контракт 410 от 10.08.2015, лиц. 3A1874498, КОМПАС-3D V19 - КАД-19-0909.ПЭВМ с возможностью выхода в интернет по расписанию Windows 10 Pro Контракт №235 ДВГУПС от 24.08.2021;<br>Office Pro Plus 2019 Контракт №235 от 24.08.2021;<br>Kaspersky Endpoint Security Контракт № 0322100012923000077 от 06.06.2023;<br>КОМПАС-3D V19 Контракт № 995 от 09.10.2019;<br>nanoCAD Номер лицензии: NC230P-81412 Срок действия: с 01.08.2023 по 31.07.2024; |



## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С целью эффективной организации учебного процесса обучающимся в начале семестра предоставляется учебно-методическое и информационное обеспечение, приведенное в данной рабочей программе. В процессе обучения студенты должны, в соответствии с планом выполнения самостоятельных работ, изучать теоретический материал по предстоящему занятию и формулировать вопросы, вызывающие у них затруднение для рассмотрения на лекционном, практическом и лабораторном занятии. В ходе лекционных занятий студентам необходимо вести конспектирование учебного материала, при этом запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Следует обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению, а также задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Над конспектами лекций надо систематически работать: первый просмотр конспекта рекомендуется сделать вечером того дня, когда была прослушана лекция, затем вновь просмотреть конспект через 3-4 дня. В этом случае при небольших затратах времени студент основательно и глубоко овладевает материалом и к сессии приходит хорошо подготовленным. Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Самостоятельная подготовка студента к следующей лекции должна состоять в первую очередь в прочтении конспекта предыдущей лекции.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, для этого при подготовке к практическим занятиям студентам необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой с учетом рекомендаций преподавателя и требований учебной программы.

Методические рекомендации для подготовки к защите РГР№1, РГР№2.

Выполнение РГР осуществляется в домашних условиях. Для защиты студент самостоятельно изучает вопросы соответствующего раздела теории, повторяет физические законы и явления, необходимые для решения конкретной задачи. Защита РГР происходит на консультации, в установленное преподавателем время. Положительная отметка, полученная студентом при защите, выступает необходимой составляющей для допуска к экзамену по данной дисциплине.

Примерные практические задачи к РГР1 и РГР2:

1. задача: Электрон в невозбужденном атоме водорода движется вокруг ядра по окружности радиусом. Вычислить магнитный момент эквивалентного кругового тока и механический момент  $M$ , действующий на круговой ток, если атом помещен в магнитное поле, линии индукции которого параллельны плоскости орбиты электрона. Магнитная индукция  $B$  поля равна  $0,1 \text{ Тл}$ .
2. задача: Определить энергию фотона  $\epsilon$  фотона, соответствующего второй линии в первой инфракрасной серии (серии Пашена) атома водорода.
3. задача: Какую часть массы ядра нейтрального атома плутония составляет масса его электронной оболочки?
4. задача: Радиус второго темного кольца Ньютона в отраженном свете  $r_2 = 0,4 \text{ мм}$ . Определить радиус  $R$  кривизны плосковыпуклой линзы, взятой для опыта, если она освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 0,64 \text{ мкм}$ .
5. задача: Определить энергию  $\epsilon$  фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на основной.
6. задача: Определить первый потенциал возбуждения  $\phi_1$  водорода.
7. задача: Звуковые колебания, имеющие частоту и амплитуду, распространяются в упругой среде. Длина волны. Найти: 1) скорость распространения волн; 2) максимальную скорость частиц среды.

Вопросы по защите РГР1 Волны:

1. Корпускулярно-волновой дуализм вещества. Длина волны де-Бройля. Экспериментальные доказательства волновых свойств частиц.
2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Вывод соотношения неопределенностей на основе волновых свойств частиц.
3. Уравнение Шредингера. Физический смысл пси-функции. Решение уравнения Шредингера для бесконечно-глубокой потенциальной ямы.
4. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор.

Вопросы по защите РГР2 Масса и энергия связи ядра:

1. Фотоны. Давление света Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм света.
2. Опыт Резерфорда. Постулаты Бора.
3. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Боровская модель атома водорода. Достоинства и недостатки теории Бора.
4. Квантовомеханическая модель атома водорода. Квантовые числа. Вырожденные состояния. Правила отбора.
5. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.
6. Энергетические зоны в кристаллах. Структура энергетических зон металлов, полупроводников и диэлектриков. Полупроводники (собственные и примесные). Структура энергетических зон примесных и собственных полупроводников.

Выполнение лабораторных работ. В начале первого занятия подгруппы в лаборатории преподаватель знакомит студентов с лабораторными установками, измерительной аппаратурой, правилами поведения в лаборатории и правилами техники безопасности и оформляет журнал по технике безопасности, где должна быть подпись студента о прохождении

инструктажа. Во время этого занятия преподаватель организует из студентов бригады по 2-3 человека в каждой, знакомит с последовательностью выполнения лабораторных работ и правилами оформления отчета по работе. Лабораторная работа рассчитана на два часа предварительной подготовки и оформления и на два часа выполнения в лаборатории, включая допуск к работе, выполнение эксперимента и обработку его результатов, защиту лабораторной работы в форме собеседования. Лабораторный отчет содержит цель работы, ответы на контрольные вопросы, схему установки, расчетные формулы, таблицу результатов измерений, расчеты и вывод. Для студентов, успешно справившихся с обязательным заданием, предусмотрено дополнительное задание экспериментального характера.

Защита лабораторных работ. Отчёт о проделанной лабораторной работе должен быть представлен к сдаче на следующем занятии и является необходимым, но не единственным условием защиты темы данной лабораторной работы. Защита производится по каждой работе в отдельности в виде индивидуального собеседования с каждым студентом по теоретической и практической частям выполненной работы, а также по данным и результатам оформленного отчета. Ответы на поставленные вопросы студент дает в устной или письменной форме.

К экзамену имеют допуск студенты, которые защитили все лабораторные работы.

Виды самостоятельной работы студентов и их состав:

- изучение теоретического материала по лекциям, учебной и учебно-методической литературе;
- отработка навыков решения задач по темам лекций, практических и лабораторных занятий;
- оформление отчетов о выполненных лабораторных работах и РГР и подготовка к их защите;
- подготовка к экзамену.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

- конспекты лекций;
- основная учебная литература, в том числе на электронном носителе;
- дополнительная литература, в том числе на электронном носителе;
- справочники.

Перечень основной и дополнительной литературы приведен в разделе Литература соответствующей РПД.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Обучающиеся инвалиды, могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом особенностей и образовательных потребностей конкретного обучающегося.

Проведение учебного процесса может быть организовано с использованием ЭИОС университета и в цифровой среде (группы в социальных сетях, электронная почта, видеосвязь и др. платформы). Учебные занятия с применением ДОТ проходят в соответствии с утвержденным расписанием. Текущий контроль и промежуточная аттестация обучающихся проводится с применением ДОТ.

## Оценочные материалы при формировании рабочих программ дисциплин (модулей)

**Направление: 16.03.01 Техническая физика**

**Направленность (профиль): Техническая экспертиза, контроль и диагностика**

**Дисциплина: Атомная и ядерная физика**

**Формируемые компетенции:**

**1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций.**

Показатели и критерии оценивания компетенций

| Объект оценки | Уровни сформированности компетенций                                          | Критерий оценивания результатов обучения        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Обучающийся   | Низкий уровень<br>Пороговый уровень<br>Повышенный уровень<br>Высокий уровень | Уровень результатов обучения не ниже порогового |

Шкалы оценивания компетенций при сдаче экзамена или зачета с оценкой

| Достигнутый уровень результата обучения | Характеристика уровня сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Шкала оценивания            |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Экзамен или зачет с оценкой |
| Низкий уровень                          | Обучающийся:<br>-обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала;<br>-допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных программой;<br>-не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании программы без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.                                                                                                                                                                         | Неудовлетворительно         |
| Пороговый уровень                       | Обучающийся:<br>-обнаружил знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебной и предстоящей профессиональной деятельности;<br>-справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой;<br>-знаком с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины;<br>-допустил неточности в ответе на вопросы и при выполнении заданий по учебно-программному материалу, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. | Удовлетворительно           |
| Повышенный уровень                      | Обучающийся:<br>- обнаружил полное знание учебно-программного материала;<br>-успешно выполнил задания, предусмотренные программой;<br>-усвоил основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины;<br>-показал систематический характер знаний учебно-программного материала;<br>-способен к самостоятельному пополнению знаний по учебно-программному материалу и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.                                                      | Хорошо                      |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Высокий уровень | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-обнаружил всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала;</li> <li>-умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой;</li> <li>-ознакомился с дополнительной литературой;</li> <li>-усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплин и их значение для приобретения профессии;</li> <li>-проявил творческие способности в понимании учебно-программного материала.</li> </ul> | Отлично |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|

Описание шкал оценивания

Компетенции обучающегося оценивается следующим образом:

| Планируемый уровень результатов освоения | Содержание шкалы оценивания достигнутого уровня результата обучения                                                                                                     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | Неудовлетворительн                                                                                                                                                      | Удовлетворительно                                                                                                                                                 | Хорошо                                                                                                                                                                                               | Отлично                                                                                                                                                                                              |
|                                          | Не зачтено                                                                                                                                                              | Зачтено                                                                                                                                                           | Зачтено                                                                                                                                                                                              | Зачтено                                                                                                                                                                                              |
| Знать                                    | Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. | Обучающийся способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. | Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной                        | Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельно-му применению знаний в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке в части междисциплинарных |
| Уметь                                    | Отсутствие у обучающегося самостоятельности в применении умений по использованию методов освоения учебной дисциплины.                                                   | Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении умений решения учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем.                  | Обучающийся продемонстрирует самостоятельное применение умений решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем. | Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение умений решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.            |
| Владеть                                  | Неспособность самостоятельно проявить навык решения поставленной задачи по стандартному образцу повторно.                                                               | Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении навыка по заданиям, решение которых было показано преподавателем.                                        | Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.    | Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.            |

**2. Перечень вопросов и задач к экзаменам, зачетам, курсовому проектированию, лабораторным занятиям. Образец экзаменационного билета**

Примерный перечень вопросов к экзамену:

Компетенция ОПК-1:

1. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по теории Бора. Формула Бальмера.
2. Корпускулярно-волновой дуализм вещества. Длина волны де-Бройля. Экспериментальные доказательства волновых свойств частиц.
3. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Вывод соотношения неопределенностей на основе волновых свойств частиц.
4. Уравнение Шредингера. Физический смысл пси-функции. Решение уравнения Шредингера для бесконечно-глубокой потенциальной ямы.
5. Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор.
6. Квантово-механическая модель атома водорода. Квантовые числа. Спин электрона. Правила отбора.
7. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.
8. Энергетические зоны в кристаллах. Структура энергетических зон металлов, полупроводников и диэлектриков.
9. Полупроводники (собственные и примесные). Структура энергетических зон примесных и собственных полупроводников.
10. Фотопроводимость полупроводников. Фотолюминесценция.
11. Термоэлектрические явления. Контакт двух металлов. Контакт металла и полупроводника.
12. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Боровская модель атома водорода. Достоинства и недостатки теории Бора.
13. Квантовомеханическая модель атома водорода. Квантовые числа. Вырожденные состояния. Правила отбора.
14. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.
15. Энергетические зоны в кристаллах. Структура энергетических зон металлов, полупроводников и диэлектриков.
16. Полупроводники (собственные и примесные). Структура энергетических зон примесных и собственных полупроводников

Примерный перечень вопросов к лабораторным работам:

Компетенция ОПК-1:

1. Модели атома Томсона, Резерфорда, Бора.
2. Постулаты Бора и происхождение линейчатых спектров.
3. Имеется ли какая-либо связь между частотой обращения электрона вокруг ядра атома водорода и частотой его излучения?
4. Вывести формулы для определения скорости электрона на n-й орбите и радиуса n-й орбиты.
5. Охарактеризовать изменения кинетической, потенциальной и полной энергий электрона в атоме при его удалении от ядра.
6. Что такое валентная зона, запрещенная зона и зона проводимости?
7. Какие полупроводники называются собственными, а какие – примесными?
8. От чего зависит концентрация свободных носителей заряда в n-полупроводнике и в p-полупроводнике?
9. Особенности температурной зависимости электропроводности полупроводников.
10. Особенности температурной зависимости электропроводности металлов.
11. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения.
12. Основные компоненты оптического квантового генератора. Охарактеризовать их.
13. Какое состояние среды называется инверсным?
14. Почему смесь гелия и неона является хорошей активной средой для газового ОКГ?
15. Отличия лазерного излучения от любого другого излучения.

Примерные вопросы для подготовки к практическим занятиям:

Компетенция ОПК-1:

1. Какие основные законы и явления используются в данной задаче?
2. Каков физический смысл задачи?
3. Рассказать ход решения задачи.
4. Почему при решении задачи используется определенная формула?
5. Как выбирается формула для решения задачи?
6. Может ли быть другое решение задачи?
7. Можно ли интегральное решение задачи заменить дифференциальным?
8. Какие модели используются при решении задачи?
9. Какие допущения сделаны при решении задачи?
10. Какая размерность применена при решении задачи?

**Образец экзаменационного билета**

| Дальневосточный государственный университет путей сообщения                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                      |                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Кафедра<br>(к911) Физика и теоретическая<br>механика<br>4 семестр, 2024-2025                                                                                                                                                                                       | Экзаменационный билет №<br>Атомная и ядерная физика<br>Направление: 16.03.01 Техническая<br>физика<br>Направленность (профиль):<br>Техническая экспертиза, контроль<br>и диагностика | Утверждаю»<br>Зав. кафедрой<br>Пячин С.А., профессор<br>25.04.2024 г. |
| Вопрос 1. Энергетические зоны в кристаллах. Структура энергетических зон металлов. (ОПК-1)                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                      |                                                                       |
| Вопрос 2. Определить энергию $\epsilon$ фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на основной. (ОПК-1)                                                                                                        |                                                                                                                                                                                      |                                                                       |
| Задача (задание) 3. Задача: На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,1$ мкм. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 0,3$ мкм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии? (ОПК-1) |                                                                                                                                                                                      |                                                                       |

Примечание. В каждом экзаменационном билете должны присутствовать вопросы, способствующих формированию у обучающегося всех компетенций по данной дисциплине.

**3. Тестовые задания. Оценка по результатам тестирования.**

Примерные задания теста:

Компетенция ОПК-1:

Задание 1:

Указать правильный ответ:

Прочность ядра объясняется:

- ☐ электрическими силами
- ☐ ядерными силами
- ☐ гравитационными силами
- ☐ магнитными силами
- ☐ силами упругости

Указать правильные ответы:

Под энергией связи ядра понимается ...

- ☐ энергия системы взаимодействующих протонов и нейтронов
- ☐ энергия, определяющая электрическое взаимодействие между протонами в ядре
- ☐ нет правильного ответа
- ☐ энергия, необходимая для расщепления ядра на свободные протоны и нейтроны
- ☐ энергия, выделяющаяся при ядерной реакции

Указать правильный ответ

Под периодом полураспада радиоактивного элемента понимается:

- ☐ время, в течение которого распадается 50% атомов
- ☐ время, в течение которого распадается 100% атомов
- ☐ среднее время распада атомов

Указать правильный ответ

Цепной реакцией деления называется:

- ☐ ядерная реакция сопровождающаяся очень высокой температурой
- ☐ реакция синтеза ядер легких элементов, происходящая при сверхвысокой температуре
- ☐ самопроизвольное выделение ядрами элементарных частиц
- ☐ нет верного определения
- ☐ самостоятельно, бурно нарастающий процесс деления ядра радиоактивных элементов

Указать правильный ответ

Под периодом полураспада радиоактивного элемента понимают:

- ☐ время, в течение которого распадается 100% атомов
- ☐ время, в течение которого распадается 50% атомов
- ☐ среднее время распада атомов
- ☐ величина, обратная постоянной распада
- ☐ нет верного ответа

Указать правильный ответ

Физический смысл явления радиоактивности состоит

- ☐ в самопроизвольном превращении изотопов одних химических элементов в изотопы других
- ☐ в испускании радиоактивным веществом альфа, бета и гамма лучей
- ☐ в изменении свойств веществ под действием радиоактивного излучения

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Соответствие между балльной системой и системой оценивания по результатам тестирования устанавливается посредством следующей таблицы:

| Объект оценки | Показатели оценивания результатов обучения | Оценка                | Уровень результатов обучения |
|---------------|--------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Обучающийся   | 60 баллов и менее                          | «Неудовлетворительно» | Низкий уровень               |
|               | 74 – 61 баллов                             | «Удовлетворительно»   | Пороговый уровень            |
|               | 84 – 75 баллов                             | «Хорошо»              | Повышенный уровень           |
|               | 100 – 85 баллов                            | «Отлично»             | Высокий уровень              |

#### 4. Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета, курсового проектирования.

Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета

| Элементы оценивания                                                                                           | Содержание шкалы оценивания                                          |                                                                                                                                   |                                                                                                              |                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                                                                               | Неудовлетворительн                                                   | Удовлетворитель                                                                                                                   | Хорошо                                                                                                       | Отлично                                                      |
|                                                                                                               | Не зачтено                                                           | Зачтено                                                                                                                           | Зачтено                                                                                                      | Зачтено                                                      |
| Соответствие ответов формулировкам вопросов (заданий)                                                         | Полное несоответствие по всем вопросам.                              | Значительные погрешности.                                                                                                         | Незначительные погрешности.                                                                                  | Полное соответствие.                                         |
| Структура, последовательность и логика ответа. Умение четко, понятно, грамотно и свободно излагать свои мысли | Полное несоответствие критерию.                                      | Значительное несоответствие критерию.                                                                                             | Незначительное несоответствие критерию.                                                                      | Соответствие критерию при ответе на все вопросы.             |
| Знание нормативных, правовых документов и специальной литературы                                              | Полное незнание нормативной и правовой базы и специальной литературы | Имеют место существенные упущения (незнание большей части из документов и специальной литературы по названию, содержанию и т.д.). | Имеют место несущественные упущения и незнание отдельных (единичных) работ из числа обязательной литературы. | Полное соответствие данному критерию ответов на все вопросы. |

|                                                                                    |                                                                   |                                                                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Умение увязывать теорию с практикой, в том числе в области профессиональной работы | Умение связать теорию с практикой работы не проявляется.          | Умение связать вопросы теории и практики проявляется редко.                 | Умение связать вопросы теории и практики в основном проявляется.                                                                       | Полное соответствие данному критерию. Способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер. |
| Качество ответов на дополнительные вопросы                                         | На все дополнительные вопросы преподавателя даны неверные ответы. | Ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя даны неверно. | . Даны неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.<br>2. Дан один неверный ответ на дополнительные вопросы преподавателя. | Даны верные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.                                                         |

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.