



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ООП  
«Электроника и наноэлектроника»

  
Крайнова Г. С.

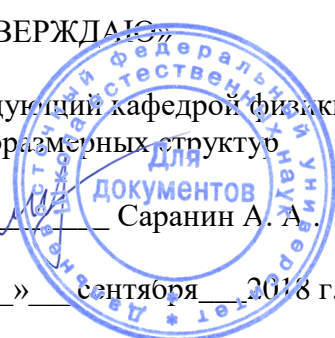
« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой физики  
низкоразмерных структур

  
Саранин А. А.

« 19 » сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Оптика и атомная физика»**

Направление - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

*Профиль Электроника и наноэлектроника*

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 4  
лекции 36 (час.)  
практические занятия 36 (час.)  
лабораторные занятия 36 (час.)  
в том числе с использованием МАО: ПР- 18 часов/ЛР -18 часов  
всего часов аудиторной нагрузки 108 (час.)  
в том числе с использованием МАО -36 час  
самостоятельная работа 72 (час.)  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час  
контрольные работы 4 семестр  
курсовые работы не предусмотрены  
зачет 4 семестр  
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 № 12-13-235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой Саранин А.А.

Составитель: д.ф.-м.н., профессор В.В Зауткин

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

### **Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and nanoelectronics**

**Course title:** Optics and Atomic Physics

**Basic (variable) part of Block 1, 5 credits**

**Instructor:** V.V. Zautkin, Doctor of Physics and Mathematics, Professor

**At the beginning of the course a student should be able to** *based on the initial* knowledge obtained in the course of studying such disciplines as "Mathematics" in the volume of one previous semester of training (derivative, differential of a function of one and many variables, integral, differential equations).

#### **Learning outcomes:**

GPC-2 - the ability to discover the scientific essence of the problems arising in the course of professional activities, to involve in their solution the corresponding physical-mathematical apparatus.

#### **Course description:**

The course "Optics and Atomic Physics" should instill in students a high culture of modeling all sorts of phenomena and processes, introduce them to scientific methods, and also prepare a general theoretical basis for applied and major disciplines.

#### **Main course literature:**

1. Valishev M.G., Povzner A.A. General Physics Course: Study Guide. 2nd edition., Erased. - SPb .: Lan publishing house, 2010. - 576 p. <http://e.lanbook.com/books/38/>
2. Ivliev A.D. Physics: Study Guide. 2nd ed., Corr. - SPb .: Lan publishing house, 2009. - 672 p. <http://e.lanbook.com/books/163/>
3. Physics course: Textbook for universities: In 2 volumes. v. 2. 6th ed., Rev. and add. / Ed. V.N. Lozovsky. - SPb: Lan publishing house, 2009. - 608 p. <http://e.lanbook.com/books/239/>

4. Physics course: Textbook for universities: In 2 volumes. v. 1. 6th ed., Rev. and add. / Ed. V.N. Lozovsky. - SPb: Lan publishing house, 2009. - 608 p.  
<http://e.lanbook.com/books/236/>

**Form of final control:***pass, exam*

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Оптика и атомная физика» разработана для студентов 2 курса направления подготовки бакалавров 11.03.04, Электроника и наноэлектроника в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 ЗЕ (180 часов). Учебным планом предусмотрены лекции (36 часов), лабораторные работы (36 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (72 часа, в том числе 36 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина «Оптика и атомная физика» входит в базовую часть дисциплин образовательной программы, реализуется в 4 семестре.

Дисциплина «Оптика и атомная физика» логически и содержательно связана с другими изучаемыми дисциплинами: «математический анализ», «Тензорный и векторный анализ», «Алгебра», «Аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Оптика твердого тела», «Квантовая и оптическая электроника», «Теоретические основы электротехники», «Оптические волноводы», «Нелинейная оптика».

**Целями** освоения учебной дисциплины «Оптика и атомная физика» являются формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах физики, стиля физического мышления, современной научной картины мира. Курс «Оптики и атомной физики» должен прививать студентам высокую культуру моделирования всевозможных явлений и процессов, знакомить с научными методами, а также подготовить общетеоретическую базу для прикладных и профилирующих дисциплин.

**Задачами** освоения являются:

- создание основ теоретической подготовки в области оптики и атомной физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной и технической информации;

- изучение основных физических явлений, овладение фундаментальными

понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования;

- формирование научного мышления;
- выработка начальных навыков проведения экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и оценки погрешности измерений;
- формирование профессионального отношения к проведению научно-исследовательских и прикладных работ, развитие творческой инициативы и самостоятельности мышления;
- овладение приёмами и методами решения конкретных задач из различных областей физики.

**Начальные требования** к освоению дисциплины: знание основ курсов «Механика и молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», знание начал математического анализа, аналитической геометрии (векторной алгебры) в объеме одного предшествующих семестров обучения (производная, дифференциал функции одной и многих переменных, интеграл, дифференциальные уравнения).

- В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Код компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2, способность выявлять естественнонаучную сущность проблем,	Знает	задачи физики, аппарат математического анализа, теории вероятностей, математической статистики
	Умеет	применять законы данной дисциплины, обобщать, анализировать информацию, применяет аппарат теории алгоритмов, физики

возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Владеет	навыками работы с экспериментальным оборудованием; методиками экспериментальных исследований; навыками работы с научной и методической литературой; основным экспериментальным материалом, особенно теми опытными фактами, которые лежат в основе наиболее важных физических законов
---	---------	--

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)**

### **Оптика (24час)**

#### **Тема 1. Предмет и задачи оптики. (2 ч)**

Предмет и задачи оптики. Развитие представлений о природе света: релятивистская формулировка корпускулярно-волнового дуализма света. Шкала электромагнитных волн и оптический диапазон. Волновое уравнение и его решение (вывод). Уравнение плоской световой волны, свойства, характеристики и структуры световых волн (естественный и поляризованный свет).

Излучение электромагнитных волн. Диаграмма излучения. Мощность излучения (вывод). Уравнение сферической волны (вывод). Строится волновая зона, в которой решаются уравнения Максвелла и выводится уравнение сферической волны. На основе уравнения сферической волны строится диаграмма излучения и рассчитывается мощность излучения.

#### **Тема 2. Законы геометрической оптики. (2 ч)**

Законы геометрической оптики, установленные на основе опытных данных. Принцип Ферма как принцип наименьшего времени. Вывод законов геометрической оптики на основе электромагнитной теории света (волновых представлений). Физический смысл коэффициента преломления

#### **Тема 3. Основные положения теории Френеля отражения и преломления световых волн на границе двух сред. (2 ч)**

Основные положения теории Френеля отражения и преломления световых волн на границе двух сред. Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной световых волн при падении света на границу двух сред, вывод формул Френеля. Закон Брюстера. Механизм поляризации света при отражении и преломлении на границе двух сред.

Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной световых волн при нормальном и скользющем падении света на границу двух сред. Введение коэффициентов падения и отражения из формул Френеля.

Анализ формул Френеля по фазам. Графическое представление формул Френеля.

#### **Тема 4. Явление полного внутреннего отражения. (2 ч)**

Явление полного внутреннего отражения Теоретическое исследование явления полного внутреннего отражения Эйхенвальда, показывающее, что световая волна проникает во вторую среду и существует в очень тонком слое. Экспериментальное подтверждение теории Эйхенвальда Мандельштамом. Анализ формул Френеля при полном внутреннем отражении. Волоконная оптика.

#### **Тема 5. Интерференция света. (4 ч)**

Интерференция света. Условия возникновения интерференционной картины или условия когерентности (вывод). Вывод условий максимумов и минимумов интерференционной картины на языке разности фаз и оптической разности хода. Связь разности фаз и оптической разности хода при сложении двух когерентных волн. Структура идеального волнового интерференционного поля, получаемого от двух точечных когерентных источников. Определения пространственной и временной когерентности.

Видимость интерференционной картины и ее связь со степенью когерентности интерферирующих лучей света. Ширина интерференционной полосы и размытость интерференционной полосы. Зависимость интерференционной картины от положения экрана и протяженности источника.

Методы осуществления интерференции: метод деления фронта волны и метод деления амплитуды волны как физическая основа оптической аппаратуры. Получение интерференционных полос равного наклона и полос равной толщины. Кольца Ньютона (вычисление радиусов светлых и темных колец из характеристик интерференционной схемы получения колец Ньютона). Многолучевая интерференция. Принцип работы интерференционного фильтра.

#### **Тема 6. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. (2 ч)**

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля (вывод). Определение максимумов и минимумов дифракционной картины по методу зон Френеля. Условия дифракции Френеля и Фраунгофера.

Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске (качественное получение дифракционных картин). Пятно Пуассона. Зонная пластинка (амплитудная дифракционная картина и фазовая дифракционная картина). Дифракция Фраунгофера на щели (графическое получение дифракционной картины). Вывод условий максимумов и минимумов дифракционной картины. Влияние ширины щели и размеров источника на дифракционную картину.

#### **Тема 7. Теория дифракционной решетки. (2 ч)**

Теория дифракционной решетки (дифракционная картина как результат многолучевой интерференции; представление результирующих колебаний дифрагированного света на экране в комплексном виде; метод геометрической прогрессии). Анализ распределения интенсивности в дифракционной картине (условия главных максимумов, главных минимумов и побочных минимумов).



Метод расчета дифракционной картины от решетки (определение положений главных максимумов, главных минимумов и побочных минимумов; число побочных минимумов; расчет интенсивностей главных максимумов)

### **Тема 8. Двойное лучепреломление, поляризация света при двойном лучепреломлении. Закон Малюса. (2 ч)**

Прохождение света через анизотропные среды. Двойное лучепреломление, поляризация света при двойном лучепреломлении. Закон Малюса. Структура электромагнитной волны в анизотропной среде. Теория Френеля двойного лучепреломления (получение оптической индикатрисы Френеля для одноосных кристаллов; лучи, волновые нормали и связь между ними; формулы Френеля). Построение волновых поверхностей и волновых фронтов световых волн в анизотропных кристаллах (принцип Гюйгенса).

### **Тема 9. Взаимодействие света с веществом. (4 ч)**

Взаимодействие света с веществом. Нормальная и аномальная дисперсии. Электронная теория дисперсии. Вывод формулы Зельмейера. Комплексность показателя преломления, анализ теоретической дисперсионной кривой зависимости показателя преломления от частоты света. Теория дисперсии – теория показателя преломления. Поглощение света веществом. Законы Бугера-Ламберта и Бера. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны света и его физический смысл.

Прохождение света через оптически неоднородную среду, рассеяние света как явление дифракции на неоднородностях среды (явление несобственного свечения среды). Виды рассеяния: молекулярное; в мутных средах; комбинационное. Индикатрисы рассеяния. Рассеяние Рэлея и вывод закона Рэлея. Поляризация рассеянного света.

### **Тема 10. Вращение плоскости поляризации света оптически-активными веществами. Закон Био. (2 ч)**

Оптически-активные вещества. Вращение плоскости поляризации света оптически-активными веществами. Закон Био. Теория Френеля вращения плоскости поляризации. Тепловое излучение. Равновесное излучение в полости. Абсолютно черное тело, характеристики излучения абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа. Спектральная кривая излучения.

Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса и ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка. Квантовая природа теплового излучения. Фотоэффект. Экспериментальное наблюдение и законы Столетова. Теория фотоэффекта Эйнштейна, уравнение Эйнштейна. Фотоны и их свойства.

## **Модуль 5. Атомная физика (8 час.)**

### **Раздел 1. Атомная физика. (8час.)**

**Тема 1. Закономерности в атомных спектрах (с использование метода активного обучения – лекция – беседа, 2 часа).**

Атомные спектры. Сплошные, линейчатые, полосатые спектры. Спектры испускания и спектры поглощения. Спектр атома водорода. Серии линий. Формула Бальмера. Термы.

### **Тема 2. Боровская модель атома водорода (2 час.).**

Опыт Резерфорда. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Элементарная боровская теория водородоподобного атома. Квантование момента импульса. Вывод формулы Бальмера.

### **Тема 3. Элементы квантовой механики (2 час.).**

Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля. Де Бройлевская длина волны. Соотношение неопределенностей. Понятие микрочастицы. Канонически сопряженные величины. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Операторная форма уравнения Шредингера. Собственные значения и собственные функции оператора. Квантование энергии.

### **Тема 4. Квантомеханическая модель атома (2 часа).**

Квантомеханическая теория атома водорода. Состояние электрона в атоме. Квантовые числа. Вырожденные состояния. Функция плотности вероятности нахождения электрона на некотором расстоянии от ядра. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Электронные оболочки и подоболочки. Многоэлектронные атомы.

### **Физика атомного ядра (2 час.)**

**Тема 1. Строение и свойства атомных ядер (с использованием метода активного обучения – лекция – беседа, 2 часа).**

Состав и характеристики атомного ядра. Нуклоны. Свойства протонов и нейтронов. Ядерный магнетон. Масса и энергия связи ядра. Дефект масс. Ядерные силы. Особенности ядерных сил. Природа ядерных сил. Радиоактивность. Природная радиоактивность. Радиоактивные семейства. Альфа-распад. Бета-распад. Виды бета-распада. Протонная радиоактивность. Спонтанное деление тяжелых ядер. Единицы активности. Ядерные реакции. Радиоуглеродный метод определения возраста органических останков. Деление ядер. Цепные ядерные реакции. Термоядерные реакции.

### **Раздел 2. Физика элементарных частиц (2 час.)**

#### **Тема 2. Элементарные частицы. (2 час.).**

Космические лучи. Первичные космические лучи, вторичное излучение. Мягкая и жесткая компоненты космического излучения. Пояса радиации вокруг Земли. Методы наблюдения элементарных частиц. Регистрирующие и трековые приборы. Метод фотоэмульсий. Слабое взаимодействие. Классы элементарных

частиц и виды взаимодействий. Релятивистское уравнение Дирака. Частицы с отрицательной энергией. Позитрон. Частицы и античастицы. Нейтрино. Антинейтрино.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*Практические занятия (36 часов)*

### **Атомная физика**

#### **Тема 1. Тепловое излучение (8 часов)**

1. Тепловое излучение и его характеристики.
2. Закон Кирхгофа,
3. Закон Стефана-Больцмана
4. Закон Вина.
5. Квантовая гипотеза и формула Планка.

#### **Тема 2. Квантовая природа света (8 часов)**

1. Фотон. Масса, импульс фотона.
2. Эффект Комптона.
3. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна.

#### **Тема 3. Теория атома водорода по Бору (8 часов)**

1. Опыты Резерфорда. Ядерная модель атома.
2. Формула Бальмера.
3. Постулаты Бора.
4. Теория атома водорода по Бору, объяснение спектральных закономерностей.

#### **Тема 4. Элементы квантовой механики (12 часов)**

1. Волновые свойства вещества. Гипотеза де Бройля.

### **Лабораторные работы (36 часов)**

*(список предлагаемых лабораторных работ)*

Лабораторная работа № 4.01 Законы линз и оптических приборов

Лабораторная работа № 4.02 Дисперсия и разрешающая способность призмы

Лабораторная работа № 4.03 Закон Малюса

Лабораторная работа № 4.04 Дифракция света на щели

Лабораторная работа № 4.06 Кольца Ньютона

Лабораторная работа № 4.07 Определение показателя преломления жидкости с помощью рефрактометра

Лабораторная работа №4.11 Закон Брюстера

Лабораторная работа №4.05 Определение фокусного расстояния зонной пластинки

Лабораторная работа №4.12 Эффект Фарадея

### **Ш. УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ**

Большое значение в процессе обучения имеет самостоятельная работа студентов, на которую отводится значительная часть часов учебного плана. Самостоятельная работа студентов сопровождается методическим руководством со стороны преподавателя и включает

- работу с конспектами лекций и литературой,
- подготовку к занятиям,
- подготовку к контрольным занятиям

Основными формами контроля знаний студентов являются

- тестовые задания,
- собеседования во время выполнения и сдачи лабораторных работ,
- домашние контрольные работы
- семестровые экзамены или зачеты

### Трудоемкость самостоятельной работы студентов (36 часов)

	Вид самостоятельной работы	В семестр
I.	Подготовка к тестированию	2 часа
II.	Подготовка к лабораторным работам	5 часов
III.	Подготовка к итоговой контрольной работе или тестированию	2 часа
IV.	Подготовка к экзамену	27 часов
	Трудоемкость: часы	36 часов

Самостоятельная работа студента представлена следующими видами:

#### ***Подготовка к тестированию***

#### ***Подготовка к лабораторным работам***

В семестре студент выполняет шестичасовую лабораторную работу из раздела «Оптика и атомная физика». На подготовку к 9 лабораторным работам затрачивает 9 часов.

#### ***Подготовку к практическим занятиям***

Студенты при подготовке к практическим занятиям должны ответить письменно на вопросы, которые будут обсуждаться на практическом занятии. Время, затрачиваемое на подготовку – 9 часов.

#### ***Решение домашних контрольных задач***

#### ***Решение задач дома по желанию***

По теме «Геометрическая оптика. Поляризация света», по теме «Интерференция и дифракция света», по теме «Квантовые свойства света»

#### ***Подготовка к итоговой контрольной работе***

В конце семестра – итоговая контрольная работа по решению задач или итоговый тест

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование			
			текущий контроль		промежуточная аттестация	
4	Раздел 4 «Оптика и атомная физика»	ОПК-2	<p><b><u>Знает</u></b>                      Основные законы геометрической оптики.                      Принципы формирования изображения в центрированной оптической системе.                      Основные законы волновой оптики.                      Закономерности взаимодействия света с веществом.                      Основные законы теплового излучения.                      Основные положения квантовой механики.                      Принципы построения электронных оболочек атомов.                      Основные свойства атомных ядер.                      Основные положения физики элементарных частиц.</p> <p><b><u>Умеет:</u></b>                      Решать типовые задачи геометрической и волновой оптики.                      Проводить эксперимент с оптическими системами.                      Проводить эксперимент по изучению волновых свойств света.                      Применять принципы геометрической и волновой оптики для объяснения конкретных природных процессов</p> <p><b><u>Владеет:</u></b>                      Навыками работы с лабораторным оборудованием,</p>	УО-1	собеседование	экзамен
				ПР-1	тест	
				ПР-2	контрольная работа	
				ПР-6,	лабораторная работа	

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Валишев М.Г., Повзнер А.А. Курс общей физики : Учебное пособие. 2-е изда., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 576с. <http://e.lanbook.com/books/38/>
2. Ивлиев А.Д. Физика : Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 672с. <http://e.lanbook.com/books/163/>
3. Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2. 6-е изд., испр. и доп. / Под ред. В.Н. Лозовского. – СПб: Издательство «Лань», 2009. – 608с. <http://e.lanbook.com/books/239/>
4. Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1. 6-е изд., испр. и доп. / Под ред. В.Н. Лозовского. – СПб: Издательство «Лань», 2009. – 608с. <http://e.lanbook.com/books/236/>

### **Дополнительная литература**

1. Алешкевич В.А. Оптика. М.: Физматлит, 2011.-320 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2098/>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Студенты могут получить доступ к электронным образовательным ресурсам через сайт ДВФУ (доступ с сайта Научной библиотеки ДВФУ) URL: [http://www.dvfu.ru/web/library/rus\\_res](http://www.dvfu.ru/web/library/rus_res)

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам URL: <http://window.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Издательства "Лань" URL: <http://e.lanbook.com>  
а также в свободном доступе в Интернет:
  1. Studentlibrary [Электронная библиотека учебной PDF-литературы и учебников для вузов. (бесплатные полнотекстовые учебники)] URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4>
  2. Виртуальные лабораторные работы [http://barsic.spbu.ru/www/lab\\_dhtml/](http://barsic.spbu.ru/www/lab_dhtml/),  
[http://www.all-fizika.com/article/index.php?id\\_article=110](http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=110)

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного используется следующее программное обеспечение: MicrosoftOffice (Excel, PowerPoint, Word и т. д), OpenOffice, Skype, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

ЭУК дисциплины размещён в интегрированной платформе электронного обучения Blackboard ДВФУ:

## **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Неотъемлемой частью дисциплины является лабораторный практикум. Лабораторный практикум начинается с вводного занятия, на котором преподаватель проводит подробный инструктаж по правилам техники безопасности при работе в данной

лаборатории. К выполнению лабораторных работ допускаются только те студенты, которые усвоили требования по технике безопасности. Выполнение лабораторных работ состоит из следующих этапов:

1. Изучение теоретического материала и методики выполнения лабораторной работы по методическому пособию и рекомендуемой литературе к данной работе
2. Изучение экспериментальной установки, режимов ее работы
3. Получения у преподавателя допуска к выполнению лабораторной работы
4. Выполнение эксперимента
5. Обработки экспериментальных данных. Расчет погрешностей
6. Оформление письменного отчета и сдача его на проверку преподавателю
7. Ответы на контрольные вопросы по данной лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен включать следующие разделы:

- 1) название лабораторной работы, ее номер;
- 2) цель работы;
- 3) перечень используемых приборов, принадлежностей и оборудования;
- 4) принципиальная схема установки;
- 5) расчетные формулы, характеристики используемых приборов;
- 6) таблицы с результатами измерений;
- 7) графическое представление результатов;
- 8) расчеты погрешностей измерения;
- 9) окончательный результат с учетом погрешностей измерения;
- 10) выводы по работе.

#### **Методическое обеспечение дисциплины**

1. Методические указания к лабораторным работам
2. Методические указания к лабораторным работам в электронном виде:  
[https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/execute/modulepage/view?course\\_id= 102\\_1&cmp\\_tab\\_id = 139\\_1&mode=view](https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/execute/modulepage/view?course_id=102_1&cmp_tab_id=139_1&mode=view)

#### **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лабораторные работы выполняются на современном оборудовании в специализированных лабораториях: лабораторные работы по оптике – в L530. Многие лабораторные работы компьютеризированы, помимо этого, в каждой лаборатории кафедры имеются компьютеры с выходом в Интернет. Лекции и семинарские занятия проходят в лекционной аудитории в корпусе L.

#### **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лабораторные работы выполняются на современном оборудовании в специализированных лабораториях – в L530. Многие лабораторные работы компьютеризированы, помимо этого, в каждой лаборатории кафедры имеются компьютеры с выходом в Интернет. Лекции и семинарские занятия проходят в лекционной аудитории в корпусе L.

Мультимедийная лекционная аудитория (мультимедийный проектор, настенный экран, ноутбук).

Специализированное лабораторное оборудование для проведения лабораторного физ. практикума:



**Оптика и атомная физика;** Построение зон Френеля / зонные пластины, Законы линз и оптических приборов, Кольца Ньютона, Дисперсия и разрешающая способность призмы и дифракционного спектрокопа, Поляризация четвертьволновыми пластинами, Интерферометр Майкельсона, Поляриметрия (з-н Био) , Эффект Фарадея, Уравнения Френеля - теория отражения (Закон Брюстера), Дифракция электронов, Серия Бальмера. Определение постоянной Ридберга, Элементарный заряд и опыт Милликена, Запрещенная зона германия, Атомные спектры двухэлектронных систем, Закон излучения Стефана - Больцмана с усилителем, Эксперимент Франка-Герца с неоновой трубкой, Определения постоянной Планка при помощи фотоэффекта, Изучение эффекта Холла в германиевом проводнике p-типа



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Оптика и атомная физика»**

Направление - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль Электроника и наноэлектроника

Форма подготовки очная

**Владивосток  
2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	1 – 18 неделя	Подготовка к практическим занятиям.	12 час.	Собеседование, проверка отчета
2.	5-7 неделя	Подготовка к коллоквиуму	6 час.	Опрос, собеседование
3.	14-17 недели	Подготовка к практическим занятиям.	12 час.	Собеседование, проверка отчета
4.	01.05-30.05	Подготовка к коллоквиуму	6 час.	Опрос, собеседование.
			36 часов	

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- стимулирование ритмичной учебной, познавательной и творческой деятельности в течение всего семестра;
- совершенствование навыков поиска необходимой научной и учебно-методической литературы;
- совершенствование умений решать физические задачи различного уровня сложности;
- развитие аналитического мышления и коммуникативных способностей.

При подготовке к практическим занятиям студенты изучают научную, учебную и методическую литературу по соответствующей теме (см. темы занятий практической части курса).

При подготовке к тестированию и РКР студенты руководствуются требованиями к их подготовке, представленными в медиа презентации «Краткий курс лекций по дисциплине «Оптика и атомная физика»». Примерные варианты РКР и тестовых заданий, а также критерии их оценивания представлены в приложении 2 «Фонд оценочных средств».

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

#### ***Подготовка к лабораторным работам***

Подготовка к лабораторным работам заключается во внимательном прочтении методических указаний по выполнению лабораторной работы, краткого изложения ее сути на страницу развернутого листа и подготовке к собеседованию с преподавателем по контрольным вопросам. В том случае, если студент не успел обработать экспериментальные данные на лабораторном занятии, он должен закончить расчеты дома и на следующем занятии сдать оформленный отчет на проверку.

#### ***Решение домашних контрольных задач***

Для самопроверки готовности студента к выполнению контрольной работы, предлагается решить тренировочные задачи, размещенные в электронном курсе Blackboard, с указаниями и ответами.

Контрольные работы выполняются в электронном курсе Blackboard.

#### ***Методические рекомендации к выполнению контрольной работы***

Рекомендуется следующий порядок работы. Сначала нужно внимательно прочитать условия задачи и попытаться ее решить. Если возникают затруднения при решении, то нужно обратиться к указаниям, затем снова вернуться к решению задачи. Решив ее, проверить полученный ответ.

***Подготовка к зачету или экзамену***

Зачет и экзамен направлены на проверку знаний, умений и навыков, которые студент приобретает в течение семестра. При регулярной, систематической работе в семестре, своевременной отчетности по заданиям, студенту не требуется дополнительное время на подготовку к экзамену (зачету), он оценку получает по рейтингу.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Оптика и атомная физика»**  
Направление - 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»  
Профиль Электроника и наноэлектроника

Форма подготовки очная

**Владивосток**  
**2018**

### Текущий контроль

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Оптика и атомная физика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов (работа на практических занятиях, самостоятельная работа студентов, тестирование, выполнение разноуровневых заданий, написание рубежных контрольных работ). Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы

Код компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2, способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает	задачи физики, аппарат математического анализа, теории вероятностей, математической статистики
	Умеет	применять законы данной дисциплины, обобщать, анализировать информацию, применяет аппарат теории алгоритмов, физики
	Владеет	навыками работы с экспериментальным оборудованием; методиками экспериментальных исследований; навыками работы с научной и методической литературой; основным экспериментальным материалом, особенно теми опытными фактами, которые лежат в основе наиболее важных физических законов

№ п/п	Контролируемые разделы	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование			
			текущий контроль		промежуточная аттестация	
4	Раздел 4 «Оптика и атомная физика»	ОПК-2	<b>Знает</b> Основные законы геометрической оптики. Принципы формирования изображения в центрированной оптической системе. Основные законы волновой оптики. Закономерности	УО-1	собеседование	экзамен
				ПР-1	тест	
				ПР-2	контрольная работа	
				ПР-6,	лабораторная работа	

			<p>взаимодействия света с веществом.          Основные законы теплового излучения.          Основные положения квантовой механики.          Принципы построения электронных оболочек атомов.          Основные свойства атомных ядер.          Основные положения физики элементарных частиц.</p> <p><b>Умеет:</b>          Решать типовые задачи геометрической и волновой оптики.          Проводить эксперимент с оптическими системами.          Проводить эксперимент по изучению волновых свойств света.          Применять принципы геометрической и волновой оптики для объяснения конкретных природных процессов</p> <p><b>Владеет:</b>          Навыками работы с лабораторным оборудованием, методиками оптического эксперимента.</p>			
--	--	--	--	--	--	--

### КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
2	ПР-1 Тесты	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений	Варианты тестовых заданий
3	ПР-2 Контрольные работы	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Варианты контрольных работ
4	ПР-11 Разноуровневые задачи и задания	а) репродуктивного уровня б) реконструктивного уровня в) творческого уровня	Комплект разноуровневых задач и заданий

### **Отметка «Отлично»**

Сформированные, прочные и глубокие знания об основных законах физики, принципах физического исследования, уверенное владение умениями и навыками в данной области. Ответ студента демонстрирует знание предмета, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры

### **Отметка «Хорошо»**

Сформированные, прочные и глубокие, но содержащие отдельные неточности, знания об основных законах физики. Не достаточно уверенное, хотя и сформированное, владение умениями и навыками в данной области. В ответе допускаются отдельные неточности.

### **Отметка « Удовлетворительно»**

Неполные представления об основных постулатах физики. Ответ студента свидетельствует о слабо сформированных навыках анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточной логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

### **Отметка « Неудовлетворительно»**

Ответ студента, обнаруживающий незнание физики, отличающийся незнанием основных законов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы. Студент демонстрирует фрагментарные представления об основных законах физики, допускает грубые ошибки при ответе, неумение применить имеющиеся знания на практике.

## **Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

### **I. Оценка устных ответов:**

#### **Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

#### **Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

#### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

#### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.



Тестовые задания по дисциплине «Оптика и атомная физика» составлены по всем разделам курса и являются одним из контролируемых мероприятий. Каждое тестовое задание состоит из 15 вопросов, время тестирования – 30 минут.

Тестовые задания по дисциплине «Оптика и атомная физика» составлены по всем разделам курса и являются одним из контролируемых мероприятий. Каждое тестовое задание состоит из 15 вопросов, время тестирования – 30 минут. Оценивание по пятибалльной системе.

Критерии оценивания в рамках данного оценочного средства

- ✓ отлично – представлены правильные ответы на 13-15 вопросов;
- ✓ хорошо - представлены правильные ответы на 13-10 вопросов;
- ✓ удовлетворительно - представлены правильные ответы на 10-7 вопросов;
- ✓ неудовлетворительно – с представлены правильные ответы менее, чем на 7 вопросов;

## ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

### 1. «Квантовая оптика»

1. Определить минимальную длину волны в серии Бальмера. Постоянная Ридберга  $R = 1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ .

- а) 564 нм
- б) 264 нм
- в) 464 нм
- г) 364 нм

2. Энергия фотона, поглощаемого фотокатодом, равна 5 эВ. Работа выхода электрона из фотокатода равна 2 эВ. Чему равна величина задерживающего потенциала, при котором прекратится фототок?

- а) 7 В
- б) 3 В
- в) 3,5 В
- г) 10 В

3. Фототок насыщения при фотоэффекте с уменьшением падающего светового потока

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) не изменяется
- г) увеличивается или уменьшается в зависимости от работы выхода

4. Давление, производимое светом при нормальном падении на поверхность, определяется выражением:

- а)  $p = \rho E/c$
- б)  $p = 2E(1+\rho)/c$
- в)  $p = (1+\rho)E/c$
- г)  $p = (1-\rho)E/c$

### 2. «Квантовая механика»

1. Максимальное число электронов на третьей электронной оболочке атома равно:

- а) 24
- б) 12
- в) 18

г) 21

2. Нестационарным уравнением Шредингера является уравнение:

а)  $\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U(x, y, z, t) \Psi = i \hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$

б)  $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{m \omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$

в)  $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$

г)  $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$

3. Вырожденными называются:

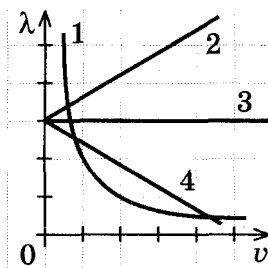
- а) различные состояния с одинаковым значением энергии
- б) различные состояния с одинаковым значением массы
- в) различные состояния с одинаковым значением орбитальных моментов
- г) различные состояния с одинаковым значением «пси» - функции

4. Де Бройль обобщил соотношение  $p = \frac{h}{\lambda}$  для фотона на любые волновые процессы, связанные с частицами, импульс которых равен  $p$ . Тогда, если скорость частиц одинакова, то наименьшей длиной волны обладают:

- а) альфа-частицы
- б) нейтроны
- в) электроны
- г) протоны

5. На каком из графиков правильно показана зависимость длины волны де Бройля электрона от его скорости?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4



### 3. «Ядерная физика»

1. Виртуальные частицы, осуществляющие взаимодействие кварков при образовании адронов, в квантовой хромодинамике (физике высоких энергий) получили название:

- а) лептоны
- б) фотоны
- в) мезоны
- г) глюоны

2. Ядро атома состоит из:

- а) протонов и электронов
- б) протонов и нейтронов
- в) нейтронов и электронов
- г) нуклонов и электронов

3. Термоядерной реакцией называется:

- а) распад лёгких ядер
- б) распад тяжёлых ядер

- в) синтез лёгких ядер
- г) синтез тяжёлых ядер
- 4. Электрически нейтральная элементарная частица, входящая в состав любого атомного ядра:
  - а) нейтрино
  - б) нейтрон
  - в) экситон
  - г) фотон

## ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО ПР-2

Критерии оценивания в рамках данного оценочного средства

- ✓ отлично – полное логичное изложение теоретического материала с необходимыми выводами, грамотные формулировки физических величин, решение задач с выводом рабочей формулы и правильным числовым значением;
- ✓ хорошо – полное изложение теоретического материала, не всегда представлены необходимые выводы, есть неточности в формулировках, решение задач с выводом рабочей формулы и правильным числовым значением;
- ✓ удовлетворительно – теоретический материал изложен бессистемно, решение задач представлено без вывода формулы и числовых расчетов;
- ✓ неудовлетворительно – отсутствуют ответы на теоретические вопросы, решено менее половины задач.

### **РКК 2.2. Волновая оптика**

Вариант 1.

1. Интерференция света. Оптическая разность хода. Условие интерференционных максимумов и минимумов.
2. Пучок света, идущий в стеклянном сосуде с глицерином, отражается от дна сосуда. При каком угле падения отраженный пучок максимально поляризован?

Вариант 2

1. Расчет интерференционной картины от двух источников. Ширина интерференционной полосы.
2. Дифракционная решетка, освещенная нормально падающим светом, отклоняет спектр второго порядка на угол  $14^\circ$ . На какой угол отклоняет она спектр третьего порядка?

### **РКК 2.4. Квантовая оптика**

Вариант 1.

1. Комpton-эффект и его объяснение.
2. Определить работу выхода электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта равна 500 нм.
3. Постулаты Бора. Метод квантования стационарных орбит.

Вариант 2.

1. Виды и законы фотоэффекта.
  2. Какова должна быть длина волны  $\gamma$ -излучения, падающего на пластинку платины (работа выхода 6.3 эВ), если максимальная скорость фотоэлектронов равна  $3 \cdot 10^6$  м/с.
  3. Энергия атома водорода в теории Бора.
- Вариант 2.

1. Определить число ядер, распадающихся за 1 мин в радиоактивном изотопе фосфора  ${}_{15}^{32}\text{P}$  массой 1 мг.
2. Состав и характеристики атомного ядра.

### ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО ПР-11

В рамках данного оценочного средства студентам предъявляются разноуровневые задания, контролирующие уровень теоретических знаний и умений решать физические задачи по различным темам курса физики. Кроме этого, в каждое задание включен элемент физического знания, направленный на развитие творческих способностей: составить условие задачи по предложенным данным, выстроить иерархию элементов физического знания из предложенных, дополнить формулировки законов и т. д.

Критерии оценивания в рамках данного оценочного средства

- ✓ отлично – безошибочно решены задания репродуктивного и реконструктивного уровней; грамотно сформулировано и решено задание творческого уровня;
- ✓ хорошо – решены задания репродуктивного и реконструктивного уровней, есть неточности в формулировках или неверные числовые ответы в задачах, грамотно сформулировано и решено задание творческого уровня;
- ✓ удовлетворительно – выполнены не все задания репродуктивного и реконструктивного уровней, не выполнено задание творческого уровня;
- ✓ неудовлетворительно – решено менее половины заданий, творческое задание не выполнено.

### ПРИМЕРЫ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ

Задание 1.

1. Сформулируйте явления, подтверждающие волновую природу света. Сформулируйте явления, подтверждающие корпускулярную природу света.
2. Фотон с длиной волны 15 пм рассеялся на свободном электроны. Длина волны рассеянного фотона 16 пм. Определить угол рассеяния.

Задание 2.

1. Активность некоторого изотопа за 10 суток уменьшилась на 20%. Какие величины можно определить по данным задачи? Представьте возможные решения.
2. В одном акте деления  ${}^{235}\text{U}$  освобождается энергия 200 МэВ. Определить энергию, выделяющуюся при распаде всех ядер урана массой 1 г.
3. Правило смещения. Закономерности  $\alpha$  – распада,  $\beta$  – распада.

### ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Промежуточная аттестация по студентам дисциплины проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (ответы на вопросы, устный опрос, оценочное средство УО-1). Если студент имеет положительные оценки по всем видам текущего контроля, с суммарным баллом больше «3.5», от

промежуточной аттестации он освобождается. Студенты, желающие улучшить результаты текущей успеваемости, приходят на экзамен.

### **Приблизительные вопросы для устного ответа.**

Сформулируйте предмет физики. Назовите основные методы исследования в физике. Что такое абстрагирование, физическая модель? Системы измерения физических величин. Абсолютные системы единиц. Системы единиц СГС и СИ.

Когерентные и монохроматические световые волны. Интерференция света. Методы получения интерференционных картин.

Расчет интерференционной картины от двух источников.

Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона.

Принцип Гюйгенса Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейность распространения света.

Дифракция света на круглом отверстии и от непрозрачного экрана. Разрешающая способность оптических приборов.

Дифракция света на щели и на решетке. Угловая дисперсия решетки.

Поляризация света. Виды поляризованного света. Методы получения поляризованного света. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Призма Николя. Применение поляризованного света.

Излучение черного тела. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза Планка.

Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона.

Линейчатые спектры атомов. Модель атомов по Резерфорду и Бору.

Теория Бора для атомного ядра водорода.

Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.

. Реакции деления. Цепные ядерные реакции.

### **Типовые вопросы к контрольным работам**

1. Радиус кривизны вогнутого сферического зеркала равен  $R$  м. На расстоянии  $a_1$  м от зеркала поставлен предмет высотой  $u$  м. Найти расстояние  $a_2$  от плоскости зеркала до изображения и высоту изображения  $u'$ .

2. На каком расстоянии  $a_2$  получится изображение предмета в выпуклом сферическом зеркале радиусом кривизны  $R$ , если предмет помещен на расстоянии  $a_1$  от зеркала? Какой величины получится изображение, если предмет имеет величину  $u$ .

3. В вогнутом сферическом зеркале, радиус кривизны которого  $R$  м, хотят получить действительное изображение величиной в  $k$  раз по отношению к натуральной величине. Где нужно поставить предмет (расстояние  $a_1$ ) и где получится изображение (расстояние  $a_2$ )?

4. Луч света падает под углом  $\alpha$  градусов на плоскопараллельную стеклянную пластинку и выходит из нее параллельно первоначальному лучу. Показатель преломления стекла равен  $n$ . Какова толщина пластинки  $d$  если расстояние между лучами равно  $l$ .

5. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной  $d$  падает луч света под углом  $\alpha$  градусов. Показатель преломления стекла равен  $n$ . Часть света отражается, а часть,

преломляясь, проходит в стекло, отражается от нижней поверхности пластинки, и преломляясь вторично, выходит обратно в воздух параллельно первому отраженному лучу. Определить расстояние  $l$  между лучами.

6. На стакан, доверху наполненный жидкостью, положена стеклянная пластинка. Показатель преломления стекла равен  $n_{ст}$ . Показатель преломления жидкости равен  $n_{ж}$ . Найти предельные углы полного отражения для поверхности раздела стекло – жидкость.

7. На дно сосуда, наполненного жидкостью с показателем преломления  $n$ , до высоты  $h$  помещен точечный источник света. На поверхности жидкости плавает круглая непрозрачная пластинка таким образом, что ее центр находится над источником света. Какой наименьший радиус  $r$  должна иметь эта пластинка, чтобы ни один луч света не мог выйти через поверхность жидкости?

8. Монохроматический луч падает нормально на боковую поверхность призмы, преломляющий угол которой равен  $\beta$  градусов. Показатель преломления материала призмы для этого луча равен  $n$ . Найти угол отклонения луча  $\varphi$  от первоначального направления по выходе из призмы.

9. Найти главное фокусное расстояние  $F_1$  линзы для линии спектра с длиной волны  $\lambda_1$ , если главное фокусное расстояние для линии спектра с длиной волны  $\lambda_2$  равно  $F_2$  и показатели преломления материала линзы для этих длин волн равны  $n_1$  и  $n_2$  соответственно.

10. Найти фокусное расстояние линзы, если радиусы кривизны поверхностей  $R_1$  и  $R_2$  и показатель преломления материала линзы  $n$ .

11. Найти показатель преломления материала линзы  $n$ , если радиусы кривизны поверхностей  $R_1$  и  $R_2$  и оптическая сила линзы равна  $D$ .

12. На расстоянии  $a_1$  от двояковыпуклой линзы, оптическая сила которой равна  $D$ , поставлен перпендикулярно к оптической оси предмет высотой  $h_1$ . Найти расстояние от линзы до изображения  $a_2$  и высоту изображения  $h_2$ .

13. Найти фокусное расстояние линзы  $F_2$ , погруженной в жидкость, если известно, что ее фокусное расстояние в воздухе равно  $F_1$ . Показатель преломления материала линзы равен  $n_1$ , показатель преломления жидкости равен  $n_2$ .

14. Найти продольную хроматическую абберацию  $\Delta = F_1 - F_2$  двояковыпуклой линзы с одинаковыми радиусами кривизны  $R_1$  и  $R_2$ . Показатель преломления материала линзы для красного луча равен  $n_1$ , для фиолетового  $n_2$ .

15. Микроскоп состоит из объектива с фокусным расстоянием  $F_1$  и окуляра с фокусным расстоянием  $F_2$ . Расстояние между фокусами объектива и окуляра равно  $d$ . Найти увеличение  $k$ , даваемое микроскопом. Расстояние наилучшего зрения для человеческого глаза считать равным 25 см.

16. Телескоп имеет объектив с фокусным расстоянием  $F_1$  и окуляр с фокусным расстоянием  $F_2$ . Под каким углом зрения  $\beta$  видна полная луна в этот телескоп, если невооруженным глазом она видна под углом  $\alpha = 31'$ .

17. Свет от электрической лампочки силой света  $I$  кандел падает под углом  $\alpha$  на рабочее место, освещенность которого получается равной  $E$  люкс. Найти расстояние  $r$  от рабочего места до лампочки.

18. Лампочка, подвешенная к потолку, дает световой поток  $\Phi$  люмен (1500). Найти освещенность рабочего стола  $E$  люкс, расположенного под лампочкой. Расстояние от лампочки до стола  $r$  метров (1,5).

19. Спираль электрической лампочки силой света  $I$  кандел заключена в сферическую матовую сферическую оболочку диаметром  $d$  метров. Найти светимость  $R$  и яркость лампы  $B$ .

20. На лист белой бумаги размером  $X$  на  $Y$  метров нормально к поверхности падает световой поток  $\Phi$  лм. Найти освещенность  $E$  лк, светимость  $R$  лм/м<sup>2</sup> и яркость  $B_{нт}$  бумажного листа, если коэффициент рассеяния равен  $\rho$ .

21. При фотографировании спектра некоторой звезды (Солнца) с некоторой планеты было найдено, что спектральная линия с длиной волны  $\lambda$  м в спектрах, полученных от центра и края звезды (Солнца), была смещена на  $\Delta\lambda$  м. Определить линейную скорость вращения  $V$  м диска звезды.

22. На стеклянный клин падает нормально пучок света с длиной волны  $\lambda$ . Угол клина равен  $\alpha$ . Какое число темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина, если показатель преломления стекла равен  $n$ .

23. Ньютоновы кольца образуются между плоским стеклом и линзой радиусом кривизны  $r_k$ . Монохроматический свет падает нормально. Диаметр кольца с номером  $n$  (считая центральное темное пятно за нулевое) равен  $D_k$ . Найти длину волны падающего света  $\lambda$ .

24. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на  $k$  полос потребовалось переместить зеркало на расстояние  $L$ . Найти длину волны падающего света  $\lambda$ .

25. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно  $b$ . Длина волны равна  $\lambda$ .

26. На щель шириной  $a$  падает нормально параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda$ . Найти первые три угла  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ , в направлении которых будут наблюдаться минимумы интенсивности света.

27. Сколько штрихов  $N$  на 1 мм длины имеет дифракционная решетка, если линия с длиной волны  $\lambda$  в спектре первого порядка наблюдается под углом  $\varphi$  градусов.

28. Чему равна постоянная дифракционной решетки  $d$ , если эта решетка может разрешить в первом порядке линии спектра с длинами волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Ширина решетки равна  $l$ .

29. Определить угол полной поляризации при отражении света от стекла с показателем преломления  $n$ .

30. Найти температуру печи, если известно, что из отверстия в ней площадью  $S$  см<sup>2</sup> излучается в 1 секунду поток энергии  $\Phi$  Дж. Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

31. Мощность излучения абсолютно черного тела равна  $P$  квт. Найти температуру этого тела, если известно, что площадь поверхности тела равна  $S$  м<sup>2</sup>.

32. Мощность излучения абсолютно черного тела равна  $P$  квт. Найти величину излучающей поверхности тела  $S$ , если известно, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности его энергетической светимости, равна  $\lambda_m$  м.

33. При нагревании абсолютно черного тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от  $\lambda_1$  до  $\lambda_2$  метров. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость тела?

34. Какую мощность  $P$  Вт надо подводить к абсолютно черному металлическому шарик радиусом  $R$  метров, чтобы поддерживать его температуру на  $T_1$  К выше температуры окружающей среды ( $T_2$  К). Считать, что тепло передается только посредством излучения

35. Определить энергию  $E$  Дж, массу  $m$  кг, импульс  $p$  кг\*м/с фотона, если соответствующая ему длина волны равна  $\lambda$  м.

36. Импульс, переносимый монохроматическим пучком фотонов через площадку  $S$  м<sup>2</sup> за время  $t$  с, равен  $p$  кг\*м/с. Найти для этого пучка энергию  $E$  Дж/(м<sup>2</sup>\*с) в расчете на единицу площади и единицу времени.

37. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна  $l$  м. Найти минимальное значение энергии фотона  $E$  эВ, вызывающего фотоэффект.

38. Найти давление света  $P$  Па на стенки электрической лампы накаливания мощностью  $W$  Вт. Колбу лампы считать сферой радиусом  $R$  м. Стенки лампы отражают  $k$  и пропускают  $n$  падающего на них света (в долях от единицы).

39. Найти длину волны электрона  $\lambda_1$  м и протона  $\lambda_2$  м с энергией  $E$  эВ.  $m_e=9,11 \cdot 10^{-31}$  кг.  $m_p=1,632 \cdot 10^{-27}$  кг.

40. Найти длину волны  $\lambda$  м для атома водорода, движущегося при температуре  $T$  К с наиболее вероятной скоростью.

41. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра  $\lambda$  м, если известно, что к рентгеновской трубке приложено напряжение  $U$  В.

42. Воздух облучается рентгеновскими лучами при нормальных условиях. Доза облучения равна  $W$  Рентген. Какая доля частиц  $n$  будет ионизована этим излучением?

43. Во сколько раз уменьшится интенсивность рентгеновских лучей при прохождении слоя железа толщиной  $l$  м. Массовый коэффициент поглощения железа  $\lambda$  для этого излучения считать равным  $1,1$  м<sup>2</sup>/кг.

### ***Критерии оценивания контрольной работы***

5 баллов. Задача решена верно. В оформлении присутствует дано, найти, чертеж. Указаны основные законы и формулы, на которых базируется решение, разъяснены буквенные обозначения в формулах, получена расчетная формула. Проведена проверка единиц измерения. Студент отвечает на вопросы по решению задачи.

4 балла. В решении отсутствуют разъяснения обозначений, нет проверки единиц измерения, при вычислении допущены арифметические ошибки, которые ставят под сомнение правдоподобность численного ответа. Студент не всегда поясняет ход решения.

3 балла. В решении имеются недочеты, нет чертежа, нарушена логика решения задачи. Студент затрудняется отвечать на отдельные вопросы.

2 балла. В решении присутствуют элементы верного решения, но при выводе расчетной формулы допущены ошибки. При решении используется "готовая" формула. Студент не может пояснить ход решения задачи – очевидно, что решение задачи – плод чужого труда.

Примечание: Если студент не планирует «защищать» задачи, но решает верно, он может сдать преподавателю их в письменном виде аккуратно оформленными. В этом случае максимальный балл составляет 2 балла.

### **Образцы экзаменационных билетов**

#### **Экзаменационный билет №**

1. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Световая волна
2. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Формула Эйнштейна. Фотоны. Корпускулярно-волновой дуализм. Статистический характер распределения фотонов по поверхности.