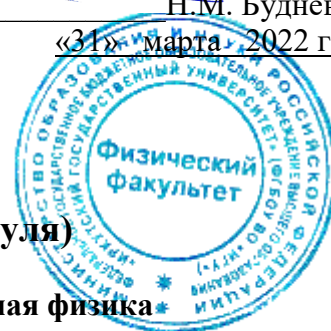




**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра общей и экспериментальной физики**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан \_\_\_\_\_ Н.М. Буднев  
«31» марта 2022 г.



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): **Квантовая оптика и атомная физика\***

Код дисциплины: **Б1.О.14.04**

Направление подготовки: **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Тип образовательной программы: бакалавриат

Профиль подготовки: **"Измерение параметров и модификация свойств наноматериалов и наноструктур"**

Степень (квалификация) выпускника - бакалавр

Форма обучения: очная.

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол № 33 от 31.03.2022

Зам. председателя

**В.В. Чумак** \_\_\_\_\_

Рекомендовано кафедрой

Общей и экспериментальной физики

Протокол № 6

От « 24 » марта 2022 г.

Зав.кафедрой

**А.А. Гаврилюк** \_\_\_\_\_

Иркутск 2022 г.

## Содержание

	Стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	
6. Перечень практических занятий.	9
6.1 План самостоятельной работы студентов.	
6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	11
а) основная литература;	
б) дополнительная литература;	
в) программное обеспечение;	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	12
10. Образовательные технологии	12
11. Оценочные средства (ОС).	12

### 1. Цели и задачи дисциплины (модуля):

**Цель дисциплины** - дать студентам целостное в рамках существующих естественнонаучных положений представление о состоянии исследований в одной из наиболее развивающихся областей физики систем взаимодействующих частиц, ознакомить с методами расчета энергетического спектра макроскопических тел.

- научить студентов ориентироваться в основных направлениях развития и проблематике квантовой оптики, физики атома и атомных явлений и их приложений в современной технике и технологиях.

#### **Задачи дисциплины:**

- ознакомление студентов с основными законами и физическими величинами, характерными для квантовой оптики и атомной физики;
- изучение теории равновесного электромагнитного излучения;
- развитие у студентов общих представлений квантовой механики;
- ознакомление студентов с основными принципами описания структуры атомов и процессами взаимодействия квантовых систем с излучением;
- изучение молекул, их структуры и спектров;

### 2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина “Квантовая оптика и атомная физика” является дисциплиной профессионального цикла и относится к базовой части. Код учебного цикла Б1.

Дисциплина “Квантовая оптика и атомная физика” опирается на математическую дисциплину ”Математический анализ” (код дисциплины Б1.О.13.01), школьные дисциплины “Физика” и “Химия”.

Освоение дисциплины необходимо для освоения курсов: «Квантовая механика» (код дисциплины Б1.О.18), ”Твердотельная электроника” (код дисциплины Б1.О.19), «Микро- и наноэлектроника» (код дисциплины Б1.О.20), «Физические основы электроники» (код дисциплины Б1.О.22), «Квантовая и оптическая электроника» (код дисциплины Б1.В.ДВ.01.01).

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **Знать:**

- *основные законы квантовой оптики, физики атомов и молекул;*
- *квантово - механическое описание атомных явлений;*
- *основные эксперименты и основные экспериментальные результаты атомной физики*

#### **Уметь:**

- *решать основные задачи квантовой оптики и атомной физики;*
- *оценивать пределы применимости основных методов описания атомных явлений;*
- *выполнять лабораторные работы практикума по атомной физике;.*

#### **Владеть:**

-методами обработки и оценки погрешности измерений параметров атомных явлений;  
 -методами квантово - механического описания простейших квантовых систем;  
 -методами экспериментальных исследований параметров и характеристик атомных явлений;

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	151/4,2	151/4,2
В том числе:	-	-
Лекции	60/1,7	60/1,7
Практические занятия (ПЗ)	60/1,7	60/1,7
Лабораторные работы	20/0,5	20/0,5
Контроль самостоятельной работы (КСР)		
Контроль общих (КО)	10/0,27	10/0,27
Консультации	1/0,03	1/0,03
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	75/2,1	75/2,1
В том числе:	-	-
<i>Самостоятельная работа (подготовка докладов по темам, решение задач)</i>	75/2,1	75/2,1
<b>Контроль</b>	26/0,7	26/0,7
В том числе:		
<i>Подготовка отчетов по лабораторным работам</i>	19/0,5	19/0,5
<i>Подготовка к экзамену</i>		
<i>Экзамен</i>	7/0,2	7/0,2
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
Общая трудоемкость	часы	252
	зачетные единицы	7
		252
		7

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются.

##### Введение

Определения. Масштабы размеров, масс и энергий в атомной физике. Фотон.

## **1. Квантовая природа излучения**

1.1. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана - Больцмана и смещения Вина. Формулы Рэлея - Джинса и Планка. Оптическая пирометрия. Тепловые источники света.

1.2. Виды фотоэлектрического эффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Экспериментальное подтверждение квантовых свойств света. Применение фотоэффекта.

1.3. Энергия и импульс фотона. Давление света.

1.4. Эффект Комптона и его элементарная теория.

1.5. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

## **2. Теория атома водорода по Бору**

2.1. Модели атома Томсона и Резерфорда.

2.2. Линейчатый спектр атома водорода.

2.3. Постулаты Бора.

2.4. Опыты Франка и Герца.

2.5. Спектр атома водорода по Бору.

## **3. Элементы квантовой механики**

3.1. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества.

3.2. Некоторые свойства волн де Бройля

3.3. Соотношение неопределенностей

3.4. Волновая функция и ее статистический смысл.

3.5. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.

3.6. Принцип причинности в квантовой механике.

3.7. Движение свободной частицы.

3.8. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками»

3.9. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.

3.10. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике

## **4. Элементы современной физики атомов и молекул**

4.1. Атом водорода в квантовой механике.  $1s$ -Состояние электрона в атоме водорода.

4.2. Спин электрона. Спиновое квантовое число.

4.3. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны.

4.4. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.

4.5. Периодическая система элементов Менделеева.

4.6. Рентгеновские спектры.

4.7. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.

4.8. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).

## **5. Элементы квантовой статистики**

5.1. Квантовая статистика. Фазовое пространство. Функция распределения.

5.2. Понятие о квантовой статистике Бозе - Эйнштейна и Ферми - Дирака.

5.3. Вырожденный электронный газ в металлах

5.4. Понятие о квантовой теории теплоемкости. Фононы.

5.5. Выводы квантовой теории электропроводности металлов

5.6. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Понятие об эффекте Джозефсона.

## **6. Элементы физики твердого тела**

- 6.1. Понятие о зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории.
- 6.2. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
- 6.3. Фотопроводимость полупроводников.
- 6.4. Люминесценция твердых тел.
- 6.5. Контакт двух металлов по зонной теории. Термоэлектрические явления и их применение.
- 6.6. Выпрямление на контакте металл - полупроводник (*диод Шоттки*)
- 6.7. Контакт электронного и дырочного полупроводников (*p-n-переход*)
- 6.8. Полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы)

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Квантовая механика	1	2	3	4	5	6	7	8	
2.	Твердотельная электроника	4	5	6						
3.	Микро- и наноэлектроника	1	2	3	4	5	6			
4.	Физические основы электроники	1	2	3	4	5	6	7		
5.	Квантовая и оптическая электроника	1	2	3	4	5	6	7	8	

## 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Виды занятий в часах								
		Лекц.	Практ. зан.	Лаб.	КСР	КО	СРС	Конс.	Контроль	Всего
1.	Введение	4	4			1	3		1	13
2.	1. Квантовая природа излучения	8	8	3		1	12		3	35
3.	2. Теория атома водорода по Бору	8	8	4		1	12		3	36
4.	3. Элементы квантовой механики	10	10	3		1	12		3	39
5.	4. Элементы современной физики атомов и молекул	10	10	4		2	12		3	41
6.	5. Элементы квантовой статистики	10	10	3		2	12		3	40
7.	6. Элементы физики твердого тела	10	10	3		2	12		3	40
8.	Экзамен							1	7	8
	<b>Итого:</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>20</b>		<b>10</b>	<b>75</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>252</b>

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах								
			Л.	ПЗ	Лаб.	КСР	КО	СРС	Консультация	Контроль	Всего
1.	<b>Введение</b>	Определения. Масштабы размеров, масс и энергий в атомной физике. Фотон.	4	4			1	3		1	13
2.	<b>1. Квантовая природа излучения</b>	1.1. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа. Законы Стефана - Больцмана и смещения Вина. Формулы Рэлея - Джинса и Планка. Оптическая пирометрия. Тепловые источники света. 1.2. Виды фотоэлектрического эффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Экспериментальное подтверждение квантовых свойств света. Применение фотоэффекта. 1.3. Энергия и импульс фотона. Давление света. 1.4. Эффект Комптона и его элементарная теория. 1.5. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.	8	8	3		1	12		3	35
3.	<b>2. Теория атома водорода по Бору</b>	2.1. Модели атома Томсона и Резерфорда. 2.2. Линейчатый спектр атома водорода. 2.3. Постулаты Бора. 2.4. Опыты Франка и Герца. 2.5. Спектр атома водорода по Бору.	8	8	4		1	12		3	36
4.	<b>3. Элементы квантовой механики</b>	3.1. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества. 3.2. Некоторые свойства волн де Бройля 3.3. Соотношение неопределенностей 3.4. Волновая функция и ее статистический смысл. 3.5. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. 3.6. Принцип причинности в квантовой механике. 3.7. Движение свободной частицы. 3.8. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками» 3.9. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект. 3.10. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике	10	10	3		1	12		3	39

5.	<b>4. Элементы современной физики атомов и молекул</b>	4.1. Атом водорода в квантовой механике. $1s$ -Состояние электрона в атоме водорода. 4.2. Спин электрона. Спиновое квантовое число. 4.3. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. 4.4. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. 4.5. Периодическая система элементов Менделеева. 4.6. Рентгеновские спектры. 4.7. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. 4.8. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).	10	10	4	2	12	3	41		
6.	<b>5. Элементы квантовой статистики</b>	5.1. Квантовая статистика. Фазовое пространство. Функция распределения. 5.2. Понятие о квантовой статистике Бозе - Эйнштейна и Ферми - Дирака. 5.3. Вырожденный электронный газ в металлах 5.4. Понятие о квантовой теории теплоемкости. Фононы. 5.5. Выводы квантовой теории электропроводности металлов 5.6. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Понятие об эффекте Джозефсона.	10	10	3	2	12	3	40		
7.	<b>6. Элементы физики твердого тела</b>	6.1. Понятие о зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории. 6.2. Собственная и примесная проводимость полупроводников. 6.3. Фотопроводимость полупроводников. 6.4. Люминесценция твердых тел. 6.5. Контакт двух металлов по зонной теории. Термоэлектрические явления и их применение. 6.6. Выпрямление на контакте металл - полупроводник ( <i>диод Шоттки</i> ) 6.7. Контакт электронного и дырочного полупроводников ( <i>p-n-переход</i> ) 6.8. Полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы)	10	10	3	2	12	3	40		
8.	<b>Экзамен</b>							1	7	8	
	<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>20</b>		<b>10</b>	<b>75</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>252</b>

Л- лекция, ПЗ – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента



## 6. Перечень практических занятий.

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических работ	Трудоёмкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	<b>Введение</b>	Определения. Масштабы размеров, масс и энергий в атомной физике. Фотон.	4	Контрольные вопросы.	ОПК-4
2.	<b>Раздел 1.</b> Тема 1.1-1.5	Квантовая природа излучения	8	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-4
3.	<b>Раздел 2.</b> Тема 2.1-2.5	Теория атома водорода по Бору	8	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-4
4.	<b>Раздел 3.</b> Тема 3.1 - 3.10	Элементы квантовой механики	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-4
5.	<b>Раздел 4.</b> Тема 4.1 - 4.8	Элементы современной физики атомов и молекул	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-4
6.	<b>Раздел 5.</b> Тема 5.1 – 5.6	Элементы квантовой статистики	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-4
7.	<b>Раздел 6.</b> Тема 6.1 - 6.8	Элементы физики твердого тела	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-4
8.		<b>Экзамен.</b>	6		ОПК-4

### 6.1 План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Введение	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, решение задач, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	3
1-3	Квантовая природа излучения	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, решение задач, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	12
4-5	Теория атома водорода по Бору	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, решение задач, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	12
6-8	Элементы квантовой механики	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, решение задач, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	12
9-11	Элементы современной	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к	Из списка основной и	12

	физики атомов и молекул		занятиям, решение задач, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	дополнительной литературы.	
12-14	Элементы квантовой статистики	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, решение задач, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	12
15-17	Элементы физики твердого тела	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, решение задач, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	12
18	Подготовка к экзамену. Экзамен			Из списка основной и дополнительной литературы.	8

## 6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.
- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

### Самостоятельная работа помогает студентам:

#### 1) Владеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и другой справочной литературой;
- ознакомление с нормативными и правовыми документами;
- учебно – методическая и научно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники, Интернета и др.;

#### 2) Закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекций;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- заполнение рабочей тетради;
- аналитическая обработка текста;

- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);
- подготовка реферата;
- составление библиографии использованных источников;
- тестирование и др.;

### **3) Формировать умения:**

- решение ситуационных задач и упражнений по образцу;
- выполнение расчетов (графические и расчетные работы);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к тестированию;
- опытно-экспериментальная работа;
- подготовка к выпускной квалификационной работе.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
**ОПК-1 - способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**

## **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)**

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):**

### **а) Основная литература:**

#### **1. Сивухин, Дмитрий Васильевич.**

Общий курс физики [Электронный ресурс] : учебное пособие. В 5 т. Т.V. Атомная и ядерная физика — 3-е изд. стер. / Д. В. Сивухин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 784 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-0645-0

**2. Атомная физика** [Электронный ресурс]: учебник / Э. В. Шпольский. - СПб. : Лань, 2010.

- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=442](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=442). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1004-0. - ISBN RU20070172(ошибочный).

**Т.1:** Введение в атомную физику. - Москва : Лань, 2010. - 557 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр. в сносках. - ISBN 978-5-8114-1005-7

#### **3. Душутин, Николай Константинович.**

Физика. Физика атомных явлений : Учеб. пособие / Н. К. Душутин, В. М. Калихман, Ю. Н. Переляев ; Сибирский ин-т права, экон. и упр. - Иркутск : Изд-во СИПЭУ, 2007. - 219 с. ; 21 см. - Библиогр.: с. 219. - ISBN 978-5-9769-0009-7 (28экз.)

### **б) Дополнительная литература:**

#### **1. Борн, Макс.**

Лекции по атомной механике [Текст] / М. Борн. - 2-е изд., испр. - М. : Едиториал УРСС, 2005. - 312 с. ; 22 см. - ISBN 5-354-01037-3 (1экз)

#### **2. Вихман, Эдуард.**

Квантовая физика [Текст] : пер.с англ. / Э. Вихман ; Под ред.А.И.Шальникова,А.О.Вайсенберга. - 3-е изд.,испр. - М. : Наука, 1986. - 392 с. : ил. ; 21см. - (Берклеевский курс физики ; т.4)(1экз)

#### **3. Иродов, Игорь Евгеньевич.**

Задачи по квантовой физике [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / И. Е. Иродов. - 2-е изд., испр. - М. : Лаб. Базовых Знаний, 2006. - 215 с. ; 21 см. - (Технический университет). - ISBN 5-93208-056-6(5экз).

*Сверено с №5 415*

**в) программное обеспечение**

Используется лицензионное программное обеспечение.

**г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Поисковые системы Google, Yandex.
2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.
3. Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://www.viniti.ru>); электронная библиотека Томского госуниверситета <http://ido.tsu.ru/cd-dvd/19/>.

**Интернет источники:**

научные публикации в реферативных журналах по актуальным проблемам физики; материалы научных конференций. В частности, научная электронная библиотека elibrary.ru; электронная библиотека «Труды ученых ИГУ» (<http://elib.library.isu.ru>); Электронные версии журналов: “Успехи физических наук”, “Известия вузов (серия физика)”, “Физика твердого тела”, “Физика и техника полупроводников” [www.nanodigest.ru](http://www.nanodigest.ru) – Интернет журнал о нанотехнологиях

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

Компьютерные презентации, программа для тестирования. Чтение лекций сопровождается демонстрацией информации (мультимедийный проектор, офисное оборудование для оперативного размножения иллюстративного и раздаточного лекционного материалов).

Лабораторные работы по курсу проводятся в специализированной лаборатории.

**10. Образовательные технологии:**

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1.	Лекция	Вводная лекция, информационная лекция, лекция с элементами дискуссии, интерактивная лекция (лекция диалог), информационная лекция с элементами обратной связи.
2.	Практическое занятие	Занятие – решение задач.
3.	Лабораторные работы	Занятия проводятся в экспериментальной лаборатории на лабораторных установках, с последующим написанием отчета по лабораторной работе и его защите.

**11. Оценочные средства (ОС):**

**Фонд оценочных средств представлен в Приложении к программе.**

- \* Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме при выполнении студентами учебных заданий - решении задач и выполнении контрольных работ, выполнении и защите лабораторных работ на протяжении всего курса.
- \* Промежуточный контроль – тестирование.
- \* Итоговый контроль – экзамен.

**Критерии оценки по результатам экзамена:**

**Оценка «отлично»:** свободно владеет теоретическими понятиями дисциплины; проявляет системность знаний учебного материала и способность устанавливать связи между теоретическими понятиями; умеет делать перенос теоретических знаний в практическую область применения; умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой; понимает значение приобретенных знаний для будущей профессии, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебнопрограммного материала.

**Оценка «хорошо»:** студент владеет теоретическими знаниями, достаточно свободно оперирует ими; успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности; осуществляет частичный перенос теоретических знаний в прикладную область; проявляет незначительные нарушения в установлении взаимосвязи между теоретическими понятиями.

**Оценка «удовлетворительно»:** студент обнаруживает знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой; знаком с основной литературой, рекомендованной программой; допускает погрешности в ответе в ходе итоговой аттестации, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**Оценка «неудовлетворительно»:** студент проявляет отрывочные знания, не осуществляет перенос теоретических знаний в практику; отсутствует интеграция знаний.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки **10.03.01 Информационная безопасность**.

**Разработчики:**


к.ф.-м.н., доцент Морозова Н.В.

Программа рассмотрена на заседании **кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ**

« 24 » марта 2022 г.

Протокол № 6

Зав.кафедрой



д.ф.-м.н. Гаврилюк А.А.

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

**Примерный перечень вопросов к экзамену по курсу:  
«Квантовая оптика и атомная физика»**

1. Тепловое излучение
2. Внешний фотоэффект
3. Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоны
4. Эффект Комптона
5. Теория атома водорода по Бору
6. Гипотеза и формула де Бройля. Соотношение неопределенностей.
7. Волновая функция. Уравнение Шредингера для стационарного состояния.
8. Частица в потенциальной яме (ящике). Прохождение частицы через потенциальный барьер. Квантовый осциллятор.
9. Уравнение Шредингера для атома водорода. Энергия электрона в атоме водорода. Излучение и поглощение энергии атомом. Формула Бальмера-Ридберга.
10. Квантовые числа. Квантование момента импульса. Спин электрона. Правило отбора. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
11. Характеристики состояния электрона в атоме. Периодическая система элементов. Рентгеновские спектры.
12. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.
13. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).
14. Атом в магнитном поле. Магнитный резонанс. Расщепление спектральных линий в слабом и сильном магнитных полях. Простой и сложный эффект Зеемана.
15. Квантовая статистика. Фазовое пространство. Функции распределения Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна и Максвелла-Больцмана. Вырожденный электронный газ в металлах.
16. Понятие о квантовой теории теплоемкости. Фононы.
17. Выводы квантовой теории электропроводности металлов.
18. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера. Понятие об эффекте Джозефсона.
19. Типы связи в твердом теле. Понятие о зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории.
20. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
21. Фотопроводимость полупроводников. Люминесценция твердых тел. Эффект Холла.
22. Контакт двух металлов по зонной теории. Термоэлектрические явления и их применение.
23. Выпрямление на контакте металл - полупроводник (*диод Шоттки*)
24. Контакт электронного и дырочного полупроводников (*p-n-переход*). Полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы).