



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
Физический факультет  
**Кафедра общей и экспериментальной физики**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Дека́н Буднев Н.М.  
«22» апреля 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

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

Код дисциплины: **Б1.Б.13.03**

Направление подготовки: **10.03.01 Информационная безопасность**

Тип образовательной программы: бакалавриат

Профиль подготовки: №7 Техническая защита информации

Степень (квалификация) выпускника - бакалавр

Форма обучения: очная.

Согласовано с УМК физического факультета  
Протокол № 25 от «21» апреля 2020 г.

Председатель Буднев Н.М.

**Рекомендовано кафедрой**  
**общей и экспериментальной физики**  
Протокол № 6  
От «13» апреля 2020 г.

**Зав. кафедрой** А.А. Гаврилюк д.ф.-м.н., профессор

**Иркутск 2020 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)	4
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	6
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень практических занятий.	8
6.1 План самостоятельной работы студентов.	9
6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.	10
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):	11
а) основная литература;	11
б) дополнительная литература;	11
в) программное обеспечение;	11
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	12
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	12
10. Образовательные технологии	12
11. Оценочные средства (ОС).	12

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

### 1. Цели и задачи дисциплины

**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.Б.12.01), школьные дисциплины “Физика” и “Химия”.

Освоение дисциплины необходимо для освоения курсов: “Электроника и схемотехника” (код дисциплины Б1.Б.31), “Электротехника” (код дисциплины Б1.Б.21), “Техническая защита информации” (код дисциплины Б1.Б.09).

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

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

**ОПК-1 - способностью анализировать физические явления и процессы для решения профессиональных задач.**

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>	148/4,11	148/4,11
В том числе:	-	-
Лекции	60/1,67	60/1,67
Практические занятия (ПЗ)	60/1,67	60/1,67
Лабораторные работы	20/0,55	20/0,55
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8/0,22	8/0,22
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	68/1,89	68/1,89
В том числе:	-	-
<i>Самостоятельная работа (подготовка докладов по темам, решение задач)</i>	68/	68/
<b>Контроль</b>	36/1	36/1
В том числе:		
<i>Подготовка отчетов по лабораторным работам</i>	9/02,5	9/02,5
<i>Подготовка к экзамену</i>	18/0,5	18/0,5
<i>Экзамен</i>	9/0,25	9/0,25
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
Общая трудоемкость	часы	252
	зачетные единицы	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			
1.	Электроника и схемотехника									
2.	Электротехника									
3.	Техническая защита информации									

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

№ п/п	Наименование раздела	Виды занятий в часах						
		Лекц.	Практ. зан.	Лаб.	КСР	СРС	Контроль	Всего
1.	Введение	2	2			2		6
2.	1. Квантовая природа излучения	8	8	3	1	10	4	34
3.	2. Теория атома водорода по Бору	10	10	3	1	10	4	38
4.	3. Элементы квантовой механики	10	10	3	1	10	4	38
5.	4. Элементы современной физики атомов и молекул	10	10	3	2	12	5	42
6.	5. Элементы квантовой статистики	10	10	4	1	12	5	42
7.	6. Элементы физики твердого тела	10	10	4	2	12	5	43
8.	<b>Экзамен</b>						9	9
	<b>Итого:</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>68</b>	<b>36</b>	<b>252</b>

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах						
			Лекц.	ПЗ	Лаб.	КСР	СРС	К	Всего
1.	<b>Введение</b>	Определения. Масштабы размеров, масс и энергий в атомной физике. Фотон.	2	2			2		6
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.	8	8	3	1	10	4	34

		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.							
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.	10	10	3	1	10	4	38
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	10	4	38
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	3	2	12	5	42
6.	<b>5. Элементы квантовой статистики</b>	5.1. Квантовая статистика. Фазовое пространство. Функция распределения. 5.2. Понятие о квантовой статистике	10	10	4	1	12	5	42

		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.							
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	4	2	12	5	43
8.	<b>Экзамен</b>							9	9
	<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>68</b>	<b>36</b>	<b>252</b>

СРС – самостоятельная работа студента, К – контроль.

### 6. Перечень практических занятий.

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических работ	Трудоемкость (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.	2	Контрольные вопросы.	ОПК-1
2.	<b>Раздел 1.</b> Тема 1.1-1.5	Квантовая природа излучения	8	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-1
3.	<b>Раздел 2.</b> Тема 2.1-2.5	Теория атома водорода по Бору	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-1
4.	<b>Раздел 3.</b> Тема 3.1 - 3.10	Элементы квантовой механики	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-1
5.	<b>Раздел 4.</b> Тема 4.1 - 4.8	Элементы современной физики атомов и молекул	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-1
6.	<b>Раздел 5.</b> Тема 5.1 – 5.6	Элементы квантовой статистики	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-1
7.	<b>Раздел 6.</b> Тема 6.1 - 6.8	Элементы физики твердого тела	10	Контрольные вопросы. Контрольная работа.	ОПК-1
8.		<b>Экзамен.</b>	9		ОПК-1



### 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.	2
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.	10
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.	10
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.	10
9-11	Элементы современной физики атомов и молекул	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
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.	18

## **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) Овладеть 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** - способностью анализировать физические явления и процессы для решения профессиональных задач

## 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?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=442](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_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).

### в) программное обеспечение

Используется лицензионное программное обеспечение.

*Сверено с №5 415*

### 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](http://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).

### 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.

### 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 на протяжении всего курса.
- \* Промежуточный контроль – тестирование.
- \* Итоговый контроль – экзамен.

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**

«13» апреля 2020 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).