

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Горно-Алтайский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

## Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **кафедра математики, физики и информатики**

Учебный план 03.03.02\_2020\_610.plx  
03.03.02 Физика  
Фундаментальная физика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены 6
аудиторные занятия	108	
самостоятельная работа	34,2	
часов на контроль	34,75	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	17 1/6			
Неделя				
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	36	36	36	36
Лабораторные	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Консультации (для студента)	1,8	1,8	1,8	1,8
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,25	0,25	0,25	0,25
Консультации перед экзаменом	1	1	1	1
В том числе инт.	40	40	40	40
Итого ауд.	108	108	108	108
Контактная работа	111,05	111,05	111,05	111,05
Сам. работа	34,2	34,2	34,2	34,2
Часы на контроль	34,75	34,75	34,75	34,75
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):  
к.т.н., доцент Гвоздарев А.Ю.



Рабочая программа дисциплины

**Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 Физика

утвержденного учёным советом вуза от 30.01.2020 протокол № 1.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры  
**кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от 14.05.2020 № 9

Зав. кафедрой Раенко Елена Александровна



---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от 12 мая 2022 г. № 10  
И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.



---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2020 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Раенко Елена Александровна

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Раенко Елена Александровна

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Раенко Елена Александровна

---

---

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Раенко Елена Александровна

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	<i>Цели:</i> Курс «Общей физики» является профилирующим в подготовке специалиста-физика. Он включает основные сведения о важнейших физических фактах и понятиях, законах и принципах, в нем органически сочетаются вопросы классической и современной физики с четким определением границ, в пределах которых справедливы те или иные физические концепции, модели, теории.
1.2	<i>Задачи:</i> Курс «Общей физики» формирует у студентов представление о физике как науке, имеющей экспериментальную основу, знакомит с историей важнейших физических открытий и возникновением теорий, идей и понятий, а также раскрывает вклад выдающихся отечественных и зарубежных ученых в развитие физики. Основное внимание в нем уделяется изучению физических процессов, протекающих в природе. Наряду с этим в курсе «Общей физики» на конкретных примерах раскрывается взаимосвязь физики и техники. Студенты знакомятся с проявлениями физических законов в природе, различных областях человеческой деятельности, их применением на производстве.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.Б.13
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	При освоении дисциплины «Общая физика» студенты используют знания, умения, навыки и способы деятельности, сформированные при изучении школьных предметов «Математика» и «Физика», а также знания, приобретенные при изучении дисциплин математического цикла: «Математического анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Векторный и тензорный анализ», «Теория функций комплексной переменной», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей и математическая статистика». Требуется хорошее знание предыдущих разделов «Общей физики»: «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика».
2.1.2	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Освоение дисциплины «Общая физика. Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц» является основой для изучения теоретической физики и технических дисциплин.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<b>ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</b>	
<b>Знать:</b>	
- основные понятия, принципы и законы классической и современной физики;	
<b>Уметь:</b>	
- грамотно использовать физическую лексику и понятийный аппарат;	
- решать типовые учебные задачи вузовской программы по физике;	
- использовать физические законы и принципы для физико-математического описания квантовых объектов;	
<b>Владеть:</b>	
- понятийным аппаратом атомной и ядерной физики.	
<b>ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</b>	
<b>Знать:</b>	
- основные понятия, принципы и законы классической и современной физики	
<b>Уметь:</b>	
- решать типовые учебные задачи вузовской программы по физике;	
- грамотно использовать физическую лексику и понятийный аппарат	
<b>Владеть:</b>	
- понятийным аппаратом атомной и ядерной физики.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Основы квантовой						

1.1	1. Волновая и квантовая природа света. Волновая функция фотона /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
1.2	Изучение внешнего фотоэффекта. Определение работы выхода электрона и постоянной Планка /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
1.3	Подготовка к защите л/р /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
1.4	2. Гипотеза де Бройля. Свойства волновой функции. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Опыты по дифракции электрона. /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
1.5	Определение удельного заряда электрона по вольтамперной характеристике диода /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
1.6	Определение удельного заряда электрона методом магнетрона /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	4	
1.7	Подготовка к защите л/р /Ср/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
1.8	1. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
1.9	Решение домашнего задания /Ср/	6	1	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
1.10	3. Общее и стационарные уравнения Шредингера. Движение свободной частицы /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
1.11	4. Частица в одномерной и трехмерной потенциальной яме /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
1.12	2. Частица в одномерной потенциальной яме /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
1.13	3. Частица в трехмерной потенциальной яме. Спектр излучения квантовых точек /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
1.14	Решение домашнего задания /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
1.15	5. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
1.16	4. Отражение частиц от потенциального барьера /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
1.17	5. Туннельный эффект /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
1.18	Решение домашнего задания /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	

1.19	6. Квантовый осциллятор /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
1.20	Изучение туннельного эффекта. Снятие вольтамперной характеристики и определение параметров туннельного диода. /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	4	
1.21	Подготовка к защите л/р /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
1.22	Квантовый осциллятор /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
1.23	Решение домашнего задания /Ср/	6	1	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
<b>Раздел 2. Атомная физика</b>							
2.1	Экспериментальные закономерности атомных спектров. Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Модель атома Резерфорда. Модель атома Бора. Опыт Франка и Герца /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
2.2	Опыт Франка и Герца. /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
2.3	Подготовка к защите л/р /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
2.4	Квантово-механическая модель атома. Спектры водородоподобных атомов. Пространственное квантование момента импульса /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
2.5	Спектры водородоподобных атомов. /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
2.6	Квантово-механическая модель атома водорода /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
2.7	Пространственное квантование момента импульса /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
2.8	Решение домашнего задания /Ср/	6	3	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
2.9	Изучение серийных закономерностей в спектре водорода и определение постоянной Ридберга с помощью призмного спектроскопа /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	4	
2.10	Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
2.11	Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спин-орбитальное взаимодействие /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	2	
2.12	Спин электрона /Пр/	6	2	ОПК-3 ОПК -2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	

2.13	Решение домашнего задания /Ср/	6	1	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
2.14	Ядерный магнитный резонанс /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	4	
2.15	Подготовка к защите /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
2.16	Строение многоэлектронных атомов. Периодическая таблица химических элементов /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
2.17	Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. /Пр/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
2.18	Решение домашнего задания /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
	<b>Раздел 3. Ядерная физика</b>						
3.1	Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы. /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
3.2	Модели ядра: капельная, оболочечная и обобщенная. /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
3.3	Основной закон радиоактивного распада. Правила смещения. Семейства радиоактивных элементов. /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
3.4	Основные характеристики ядер. Радиоактивность. /Пр/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
3.5	Решение домашнего задания /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
3.6	Определение коэффициента поглощения радиоактивного излучения и снятие счетной характеристики счетчика Гейгера-Мюллера. /Лаб/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	4	
3.7	Подготовка к защите /Ср/	6	2,2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
3.8	Ядерные реакции. Деление тяжелых ядер. /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
3.9	Реакции термоядерного синтеза /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
3.10	Ядерные реакции. Законы сохранения при ядерных реакциях /Пр/	6	4	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
3.11	Решение домашнего задания /Ср/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	0	
	<b>Раздел 4. Физика элементарных частиц</b>						



4.1	Фундаментальные взаимодействия. Законы сохранения в физике элементарных частиц. /Лек/	6	2	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
4.2	Классификация элементарных частиц. Их основные характеристики. /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
4.3	Строение адронов. Кварки /Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
4.4	Свойства элементарных частиц. Основные типы взаимодействий /Пр/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
4.5	Изучение треков заряженных частиц. /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	4	
4.6	Подготовка к защите /Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
<b>Раздел 5. Консультации</b>							
5.1	Консультация по дисциплине /Конс/	6	1,8	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
<b>Раздел 6. Промежуточная аттестация (экзамен)</b>							
6.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	6	34,75	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
6.2	Контроль СР /КСРАТТ/	6	0,25	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	
6.3	Контактная работа /КонсЭк/	6	1	ОПК-3 ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Экзаменационные вопросы

1. Основные свойства электромагнитного излучения. Волновая природа света. Уравнение электромагнитной волны в действительном и комплексном виде.
2. Основные свойства электромагнитного излучения. Квантовая природа света. Фотон и его характеристики. Связь волновых и квантовых характеристик света. Волновая функция фотона.
3. Экспериментальное подтверждение квантовой природы света: опыты Столетова, Комптона, Вавилова, Тейлора.
4. Волновые свойства микрочастиц. Формула де Бройля. Волновая функция свободной частицы. Основные свойства волновой функции.
5. Понятие о волновом пакете. Групповая и фазовая скорости волн де Бройля. Вероятностная интерпретация волновой функции.
6. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Его вывод из уравнений волновой оптики и механики. Сопряженные величины. Принцип соответствия в формулировке Гейзенберга.
7. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля: опыты Девиссона и Джермера, Тартаковского и Томсона, Фабриканта.
8. Полное и стационарное уравнения Шредингера. Стационарные состояния. Физический смысл волновой функции.
9. Решение уравнения Шредингера для свободной частицы.
10. Частица в одномерной потенциальной яме. Волновые функции частицы. Квантование энергии. Принцип соответствия в формулировке Бора.
11. Частица в трехмерном потенциальном ящике. Вырожденные уровни энергии.
12. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Волновые функции частицы.
13. Коэффициент прозрачности потенциального барьера. Туннельный эффект. Сохранение энергии при туннельном эффекте.
14. Прохождение частицы над барьером в виде потенциальной ступени. Ее отражение от барьера, Эффективная глубина проникновения.
15. Основные экспериментальные закономерности атомных спектров. Спектр атома водорода. Обобщенная формула Бальмера. Термы. Комбинационный принцип Ритца.
16. Модель атома Томсона и ядерная модель атома. Опыты Резерфорда.

17. Количественная теория рассеяния альфа-частиц. Формула Резерфорда.
18. Модель атома Бора. Постулаты Бора. Энергетические уровни атома водорода.
19. Водородоподобные атомы в теории Бора. Переходный характер теории Бора.
20. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора. Опыт Франка-Герца.
21. Квантово-механическая модель атома. Волновые функции атома водорода. правила квантования энергии, момента импульса, проекции момента импульса. Классификация электронных уровней.
22. Квантово-механическая модель атома. Спектр атома водорода. Правила отбора. Метастабильные состояния. Пространственное квантование момента импульса.
23. Орбитальный магнитный момент электрона в атоме (приближение Бора). Магнетон Бора. Продольный и поперечный эффекты Зеемана.
24. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона.
25. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектральных линий.
26. Принцип неразличимости тождественных частиц и принцип запрета Паули. Бозоны и фермионы. Распределение электронов в многоэлектронном атоме по состояниям.
27. Периодическая таблица химических элементов Менделеева. Порядок заполнения электронных оболочек. Зависимость свойств элемента от электронной конфигурации.
28. Протонно-нейтронная модель строения ядра. Основные свойства нуклонов. Характеристики ядер. Энергия связи. Периодичность ядерных свойств.
29. Ядерные силы, их основные свойства. Обменный характер сильного взаимодействия. Пи-мезоны.
30. Модели атомного ядра, их классификация. Капельная модель ядра.
31. Оболочечная и коллективная (обобщенная) модели атомного ядра.
32. Открытие радиоактивности. Основные виды радиоактивности. Закономерности спонтанного распада тяжелых ядер. внутренней конверсии электронов, протонной радиоактивности.
33. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Семейства радиоактивных элементов.
34. Основные закономерности альфа-распада.
35. Основные закономерности бета-распада. Открытие нейтрино.
36. Гамма-распад ядер. Эффект Мессбауэра, его применение.
37. Ядерные реакции, их классификация. Законы сохранения при ядерных реакциях. Энергетический эффект реакции. Пороговая энергия реакции.
38. Реакция деления тяжелых ядер. Цепные реакции. Ядерный реактор. Ядерная энергетика.
39. Реакция слияния легких ядер. Источник энергии звезд. Проблема управляемого термо-ядерного синтеза.
40. Элементарные частицы и античастицы. Основные характеристики элементарных частиц. Законы сохранения в физике высоких энергий.
41. Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц: сцинтилляционный счетчик, черенковский счетчик, ионизационная камера, газоразрядный счетчик, камера Вильсона, пузырьковая камера, искровая камера, метод ядерных фотоэмульсий.
42. Ускорители заряженных частиц: линейные резонансные ускорители, бетатрон, циклотрон, фазотрон, синхротрон, синхрофазотрон,- их устройство и принцип действия.
43. Фундаментальные взаимодействия Классификация элементарных частиц по типам взаимодействий.
44. Сложная структура адронов. Кварки. Аромат. Цвет. Принцип конфайнмента.

## 5.2. Темы письменных работ

### Фонд оценочных средств

Формируется отдельным документом в соответствии с Положением о фонде оценочных средств ГАГУ.

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Милантьев В.П.	Атомная физика: учебник и практикум для академического бакалавриата	Москва: Юрайт, 2017	
Л1.2	Савельев И.В.	Курс общей физики. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: в 3-х т.: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2016	

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: в 5-и кн.	Москва: Астрель, 2004	

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.2	Чертов А.Г., Воробьев А.А.	Задачник по физике: учебное пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 1981	
Л2.3	Волькенштейн В.С.	Сборник задач по общему курсу физики: учебное пособие	Санкт-Петербург: Книжный мир, 2006	
Л2.4	Трофимова Т.И.	Курс физики: учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 1985	

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	7-Zip
6.3.1.2	
6.3.1.3	Adobe Reader
6.3.1.4	Internet Explorer/ Edge
6.3.1.5	MS Office
6.3.1.6	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ
6.3.1.7	MS WINDOWS
6.3.1.8	NVDA

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Межвузовская электронная библиотека
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система IPRbooks

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	проблемная лекция
	портфолио

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
214 Б1	Кабинет методики преподавания физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, мультимедиапроектор, компьютер, экран, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя
207 Б1	Лаборатория оптики и атомной физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца ФПК 02. Счётчик Гейгера, трубки спектральные ТСУ с высоковольтным источником, спектрограф. Модульно-учебный комплекс «Квантовая оптика». МУК-ОК (пр-во ООО «Опытные приборы», Новосибирск). Модульно-учебный комплекс «Физические основы электроники». МУК-ФОЭ1 (пр-во ООО «Опытные приборы», Новосибирск). Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя.
211 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), компьютеры с доступом к Интернет

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекции, с одной стороны – это одна из основных форм учебных занятий в высших учебных заведениях, представляющая собой систематическое, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела конкретной науки или учебной дисциплины, с другой – это особая форма самостоятельной работы с учебным материалом. Лекция не заменяет собой книгу, она только подталкивает к ней, раскрывая тему, проблему, выделяя главное, существенное, на что следует

обратить внимание, указывает пути, которым нужно следовать, добиваясь глубокого понимания поставленной проблемы, а не общей картины.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и собственно конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Лекция в университете рассчитана на подготовленную аудиторию. Преподаватель излагает любой вопрос, ориентируясь на те знания, которые должны быть у студентов, усвоивших материал всех предыдущих лекций. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции, поддерживать непрерывное внимание к выступающему.

Однако, одного слушания недостаточно. Необходимо фиксировать, записывать тот поток информации, который сообщается во время лекции – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции. Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строчками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы.

Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

Семинарские (практические) занятия Самостоятельная работа студентов по подготовке к семинарскому (практическому) занятию должна начинаться с ознакомления с планом семинарского (практического) занятия, который включает в себя вопросы, выносимые на обсуждение, рекомендации по подготовке к семинару (практическому занятию), рекомендуемую литературу к теме. Изучение материала следует начать с просмотра конспектов лекций. Восстановив в памяти материал, студент приводит в систему основные положения темы, вопросы темы, выделяя в ней главное и новое, на что обращалось внимание в лекции. Затем следует внимательно прочитать соответствующую главу учебника.

Для более углубленного изучения вопросов рекомендуется конспектирование основной и дополнительной литературы. Читая рекомендованную литературу, не стоит пассивно принимать к сведению все написанное, следует анализировать текст, думать над ним, этому способствуют записи по ходу чтения, которые превращают чтение в процесс. Записи могут вестись в различной форме: развернутых и простых планов, выписок (тезисов), аннотаций и конспектов.

Подобрав, отработав материал и усвоив его, студент должен начать непосредственную подготовку своего выступления на семинарском (практическом) занятии для чего следует продумать, как ответить на каждый вопрос темы.

По каждому вопросу плана занятий необходимо подготовиться к устному сообщению (5-10 мин.), быть готовым принять участие в обсуждении и дополнении докладов и сообщений (до 5 мин.).

Выступление на семинарском (практическом) занятии должно удовлетворять следующим требованиям: в нем излагаются теоретические подходы к рассматриваемому вопросу, дается анализ принципов, законов, понятий и категорий; теоретические положения подкрепляются фактами, примерами, выступление должно быть аргументированным.

Лабораторные работы являются основными видами учебных занятий, направленными на экспериментальное (практическое) подтверждение теоретических положений и формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В процессе лабораторной работы как вида учебного занятия студенты выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

При выполнении обучающимися лабораторных работ значимым компонентом становятся практические задания с использованием компьютерной техники, лабораторно - приборного оборудования и др. Выполнение студентами лабораторных работ проводится с целью: формирования умений, практического опыта (в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, и на основании перечня формируемых компетенций, установленными рабочей программой дисциплины), обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний, совершенствования умений применять полученные знания на практике.

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что в ходе выполнения заданий у студентов формируются умения и практический опыт работы с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, программами и др., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению задания.

Формы организации студентов при проведении лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется группами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Текущий контроль учебных достижений по результатам выполнения лабораторных работ проводится в соответствии с системой оценивания (рейтинговой, накопительной и др.), а также формами и методами (как традиционными, так и инновационными, включая компьютерные технологии), указанными в рабочей программе дисциплины (модуля). Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного рабочим учебным планом на освоение дисциплины, результаты заносятся в журнал учебных занятий.

Объем времени, отводимый на выполнение лабораторных работ, планируется в соответствии с учебным планом ОПОП. Перечень лабораторных работ в РПД, а также количество часов на их проведение должны обеспечивать реализацию требований к знаниям, умениям и практическому опыту студента по дисциплине (модулю) соответствующей ОПОП.

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Объем самостоятельной работы определяется учебным планом основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), рабочей программой дисциплины (модуля).

Самостоятельная работа организуется и проводится с целью формирования компетенций, понимаемых как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной практической деятельности, в том числе:

- формирования умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- качественного освоения и систематизации полученных теоретических знаний, их углубления и расширения по применению на уровне межпредметных связей;
- формирования умения применять полученные знания на практике (в профессиональной деятельности) и закрепления практических умений обучающихся;
- развития познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления обучающихся;
- совершенствования речевых способностей обучающихся;
- формирования необходимого уровня мотивации обучающихся к систематической работе для получения знаний, умений и владений в период учебного семестра, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования способностей к саморазвитию (самопознанию, самоопределению, самообразованию, самосовершенствованию, самореализации и саморегуляции);
- развития научно-исследовательских навыков;
- развития навыков межличностных отношений.

К самостоятельной работе по дисциплине (модулю) относятся: проработка теоретического материала дисциплины (модуля); подготовка к семинарским и практическим занятиям, в т.ч. подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся (текущая аттестация); подготовка к лабораторным работам; подготовка к промежуточной аттестации (зачётам, экзаменам).

Виды, формы и объемы самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины (модуля) определяются:

- содержанием компетенций, формируемых дисциплиной (модулем);
- спецификой дисциплины (модуля), применяемыми образовательными технологиями;
- трудоемкостью СР, предусмотренной учебным планом;
- уровнем высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура), на котором реализуется ОПОП;
- степенью подготовленности обучающихся.

Курсовая работа является самостоятельным творческим письменным научным видом деятельности студента по разработке конкретной темы. Она отражает приобретенные студентом теоретические знания и практические навыки. Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Курсовая работа, наряду с экзаменами и зачетами, является одной из форм контроля (аттестации), позволяющей определить степень подготовленности будущего специалиста. Курсовые работы защищаются студентами по окончании изучения указанных дисциплин, определенных учебным планом.

Оформление работы должно соответствовать требованиям. Объем курсовой работы: 25–30 страниц. Список литературы и Приложения в объем работы не входят. Курсовая работа должна содержать: титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы, приложение (при необходимости). Курсовая работа подлежит рецензированию руководителем курсовой работы. Рецензия является официальным документом и прилагается к курсовой работе.

Тематика курсовых работ разрабатывается в соответствии с учебным планом. Руководитель курсовой работы лишь помогает студенту определить основные направления работы, очертить её контуры, указывает те источники, на которые следует обратить главное внимание, разъясняет, где отыскать необходимые книги.

Составленный список источников научной информации, подлежащий изучению, следует показать руководителю курсовой работы.

Курсовая работа состоит из глав и параграфов. Вне зависимости от решаемых задач и выбранных подходов структура работы должна содержать: титульный лист, содержание, введение, основную часть; заключение; список литературы; приложение(я).

Во введении необходимо отразить: актуальность; объект; предмет; цель; задачи; методы исследования; структура работы.

Основную часть работы рекомендуется разделить на 2 главы, каждая из которых должна включать от двух до четырех параграфов.

Содержание глав и их структура зависит от темы и анализируемого материала.

Первая глава должна иметь обзорно-аналитический характер и, как правило, является теоретической.

Вторая глава по большей части раскрывает насколько это возможно предмет исследования. В ней приводятся практические данные по проблематике темы исследования.

Выводы оформляются в виде некоторого количества пронумерованных абзацев, что придает необходимую стройность изложению изученного материала. В них подводится итог проведённой работы, непосредственно выводы, вытекающие из всей работы и соответствующие выявленным проблемам, поставленным во введении задачам работы; указывается, с какими трудностями пришлось столкнуться в ходе исследования.

Правила написания и оформления курсовой работы регламентируются Положением о курсовой работе (проекте), утвержденным решением Ученого совета ФГБОУ ВО ГАГУ от 27 апреля 2017 г.