



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Атомная и ядерная физика  
Кафедра физической электроники физического факультета

Образовательная программа  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки  
««Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»»

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2017

Рабочая программа дисциплины «Атомная и ядерная физика» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **13.03.02** «Электроэнергетика и электротехника» уровень высшего образования бакалавриат. Приказ министерства образования и науки РФ от 07.03.2015 г. № 218).

Разработчик: кафедра физической электроники, Гасанова Р.Н.-к.ф.-м.н., доцент. 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «22» марта 2017г., протокол № 8

Зав.кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «30» марта 2017 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.



### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» входит в базовую обязательную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.02 – «Электроника и нанoeлектроника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с процессами, происходящими в наномире: в мире атома и ядра, а также показывает тот переворот, который произвела квантовая теория в развитии физики наших дней. Бакалавры знакомятся с основными представлениями, которые привели к созданию квантовой механики – механики мира атомов и ядра.

В курсе атомной и ядерной и ядерной физики студент должен приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной лаборатории атомной и ядерной физики; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем в атомной и ядерной физике. При этом бакалавр должен получить не только физические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных*: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3; *профессиональных*: ПК-2, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и пр.) и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
5	72	18	18	-	-		36	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Атомной и ядерной физики» являются: формирование у студентов системы знаний по общей классической (доквантовой, нерелятивистской) и квантовой физике, в частности, изучение явлений микромира, формирование новых закономерностей и пересмотр многих устоявшихся положений и понятий классической физики; сконцентрировать внимание студентов на основных законах атомной и ядерной и ядерной физикитаких, как статические особенности описания и проблема квантования физических величин, принцип Паули, соотношения неопределенностей Гейзенберга, эффект Зеемана, по строению атома и твердых тел, по связи между математикой и физикой атома, использовании математических методов в атомной и ядерной физике, а также умений качественно и количественно анализировать ситуации, формирование умений решать задачи и ставить простейший эксперимент, использовать компьютер для математического моделирования процессов, необходимых для понимания и дальнейшего изучения различных областей физики атома.

Данный курс опирается на такие дисциплины, изученные студентами ранее, как высшая математика и общая физика.

### **Задачи дисциплины:**

- показать несовместимость с классическими представлениями квантово - механических закономерностей;
- дать понятие формулировки уравнения Шредингера;
- показать, что в становлении и развитии физики атома сыграл основную роль не только корпускулярно-волновой дуализм, но и принцип квантования физических величин;
- выявить внутреннее единство двух фундаментальных принципов микромира;
- показать прогрессирующую роль полуквантовой теории Бора и ознакомить с его трудами;
- показать, что открытие и развитие квантовых принципов прошло ряд сложных этапов и охарактеризовать вклад ученых, внесших важный вклад в создание квантовой теории микромира;
- сформировать понимание роли физики атома в естественнонаучном образовании специалиста;
- показать интеграцию физико-математических знаний и роль математики в формировании базовых знаний по физике;
- дать общее представление о различии описания двух типов объектов природы – корпускулярных и волновых;
- сформировать основные умения и навыки работы с измерительными инструментами и приборами, обработки результатов лабораторных работ и их анализа, решения прикладных задач, применения физических законов для объяснений природных процессов и явлений.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» входит в базовую часть Блока 1 образовательной программы (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

**Для изучения дисциплины «Физика атома» студент должен знать:** основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления; гармонический анализ; дифференциальные уравнения; численные методы; функции комплексного переменного; элементы функционального анализа; вероятность и статистику; случайные процессы; статистическое оценивание и проверку гипотез; статистические методы обработки экспериментальных данных; математические методы в физике; разделы курса общей физики: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, волновая оптика. Понятие информации; программные средства организации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; языки программирования; базы данных; локальные и глобальные сети ЭВМ; методы защиты информации.

**Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП (дисциплинами, модулями, практиками)**

Являясь самостоятельной учебной дисциплиной, курс физики атома, не оторван от других дисциплин. Наоборот, существует междисциплинарная связь.

Важнейшим разделом курса «Атомной и ядерной физики» является раздел *"Элементы учения о строении вещества"*. В этом разделе после изложения экспериментальных фактов, приводящих к необходимости введения волнового описания поведения микрочастиц, и некоторых основных принципов подробно рассматривается решение задачи о частице в одномерном потенциальном ящике на основе стационарного уравнения Шредингера. Опираясь на решение этой задачи, далее обсуждаются условия возможности наблюдения квантовых явлений. В сочетании с принципом Паули это дает возможность объяснить появление пространственных форм молекул. Формулу для уровней энергии в атоме водорода дается без доказательства, так как вывод ее на основе уравнения Шредингера сложен.

В связи с появлением *лазерной техники* необходимым является подчеркнуть понятия о нормально и инверсно заселенных средах, об усилении света при прохождении его через инверсно заселенную среду и о принципах действия оптических квантовых генераторов.

Ограниченный лимит времени позволяет выполнить настоящую программу лишь при условии использования разнообразных методических форм подачи материала слушателям. Одной из таких форм являются *сопровожаемые демонстрациями натуральных и компьютерных экспериментов практические занятия*, на которые следует выносить

некоторые проблемные задачи и вопросы, не тратя времени на решение рядовых тренировочных задач.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты уже на I курсе приобретают опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

На *самостоятельную работу* студентов выносятся переработка материалов лекций и семинарских занятий, подготовка к лабораторно-практическим занятиям и обработка их результатов и составление отчетов, решение задач из предлагаемого кафедрой списка.

В качестве самостоятельной работы может быть рекомендованы написание одного- двух (за семестр) рефератов по темам близким к роду будущей деятельности студентов и связанным с применением физических приборов или общих закономерностей.

Изучение дисциплины «Атомной и ядерной физика» сопровождается прохождением физического практикума (раздел «Атомная и ядерная физика»), являющегося условно самостоятельным в учебном плане и при этом неразрывно связанным с модулем «Общая физика». Физический практикум по разделу «Атомная и ядерная физика» представляет собой цикл практических заданий, выполняемых студентами на реальном учебном лабораторном оборудовании, и сопровождаемых системами компьютерного моделирования.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-1	способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	<b>Знать:</b> Корпускулярно-волновой дуализм, присущий материи есть результат закона единства и борьбы противоположностей, раскрывающего источник движения и развития познания.. <b>Уметь:</b> применить эти принципы для объяснения поведения частиц в микромире. <b>Владеть:</b> способностью связывать новые знания с достижениями прошлого, что является одним из основных принципов современной науки.
	способность представлять	<b>Знать;</b> на современном уровне развития

ОПК-1	адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов математики и естественных наук	<p>физики нет частицы, движущейся со скоростью, превышающей скорость света в пустоте, и имеющей величину действия, меньше постоянной Планка.</p> <p><b>Уметь:</b> показать, что всё многообразие процессов, протекающих в физическом мире, уместается в виде квадрата, в котором физика микромира занимает третью позицию.</p> <p><b>Владеть:</b> основными положениями, законами и методами математики.</p>
ОПК-2	<p>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</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• экспериментальные основы современной атомной и ядерной и ядерной физики квантовой механики;</li> <li>• использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, - основные свойства атома водорода.</li> <li>• соотношение неопределенностей, объективно отражающее свойства микрочастиц, и не обуславливающееся особенностями измерения соответствующих величин в конкретном эксперименте;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей;</li> <li>• вычислять энергетические уровни и частоты спектральных линий атома водорода;</li> <li>• определять свойства атомов в зависимости от состояний, в которых они находятся.</li> <li>• использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики;</li> <li>• использовать в работе справочную и учебную литературу, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами решения задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний;</li> <li>• современной физической аппаратурой и оборудованием;</li> <li>• методами работы с современными образовательными и информационными технологиями.</li> </ul> <p><b>Должен демонстрировать способность и готовность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• к решению задач, связанных с нахождением</li> </ul>



		<p>свойств атомных состояний;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работать с современными образовательными и информационными технологиями.</li> </ul>
ОПК-3	<p>Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели атомной и ядерной физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной и ядерной физики;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области атомной и ядерной физики;</li> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по атомной и ядерной физики;</li> <li>• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями атомной и ядерной физики.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной и ядерной физики;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной и ядерной физики</li> <li>• навыками эксплуатации современной физической аппаратуры и оборудования.</li> </ul>

ПК-2	<p>способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине;</li> <li>• проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики атома и ядра;</li> <li>• анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> <li>• навыки решения простейших квантомеханических задач и научиться применять эти навыки для анализа строения атомов и простейших молекул, а также их взаимодействия с внешними электромагнитными полями.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками квантовомеханического расчета атома водорода, молекулы водорода, производить оценки квантовомеханических величин, применять описывать квантовое состояние микрочастиц.</li> <li>• навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</li> </ul>
ПК-5	<p>способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области</li> </ul>

	информации в избранной области физических исследований	<p>физики атома и ядра;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• строить и использовать простейшие модели одно- и многоэлектронных атомов при проведении физических исследований.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками решения задач для описания поведения частиц в мире атома и ядра;</li> <li>• современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;</li> <li>• устройством используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> <li>• навыками решения простейших квантомеханических задач и научиться применять эти навыки для анализа строения атомов и ядра и простейших молекул, а также их взаимодействия с внешними электромагнитными полями.</li> </ul>
--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Самостоятел				Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Экзамен, консультации	Лабораторные	Самостоятельная работа	Самостоятельная работа	Самостоятельная работа	Консультации	
<b>Модуль №1 Механические модели атома. Дискретность энергетических состояний атома.</b>											
1	Корпускулярные свойства волн и волновые свойства корпускул.	5		1		0	1				
2	Волны де Бройля,			1			1				

	фазовая и групповая скорости.							
3	Атом водорода. Дискретность энергетических уровней, комбинационный принцип термов.			1		3	1	
4.	Опыты Франка и Герца. Атомные спектры.			1		3	1	
5.	Механические модели атома (Томсона, Резерфорда, Бора)			1		0	2	
6	Экспериментальное подтверждение волновых свойств корпускул. Длина волны де Бройля.			1		3	1	
7.	Волновое уравнение Шредингера, его решение для частицы в потенциальной яме.			1		0	2	
8.	Необычные свойства волн, соотношения неопределенностей Гейзенберга.			1		0	2	
9.	Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа.			1		0	2	
10	Объяснение периодической			1		3	1	

	системы элементов Менделеева.							
	Итого за 1 мод.	36		10	-	12	14	
<b>Модуль № 2 Физика ядра</b>								
1	Состав и характеристики ядра. Модели атомного ядра.			2		0	5	
2	Свойства ядерных сил. Закон радиоактивного распада.			2		3	4	
3	Типы радиоактивного.			2		3	4	
4	Ядерный магнитный резонанс. Эффект Мёссбауэра.			1		0	5	
5	Ядерные реакции			1			4	
	Итого за 2 мод.	36		8		6	22	
<b>Всего за семестр</b>								
		72		18		18	36	

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### Модуль 1.Строение атома и теория Бора

Спектральные серии атома водорода. Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ризца. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров. Ядерная модель атома (модель Резерфорда). Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Формула Резерфорда. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца). Элементарная боровская теория атома водорода. Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.

##### Волновые свойства частиц

Корпускулярно-волновая двойственность свойств электромагнитного излучения. Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера). Свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

### **Атом в магнитном поле. Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме**

Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Нормальное и возбужденные состояния атома водорода. Снятие вырождения состояний в атоме водорода: снятие вырождения состояний по магнитному квантовому числу, снятие вырождений по орбитальному квантовому числу. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновые квантовые числа. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде. Спин - орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра.

### **Структура и спектры сложных атомов**

Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правило Хунда. Оптические спектры сложных атомов. Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена - Бака).

### **Молекулярные спектры**

Элементарные сведения о строении молекул. Энергия молекулы. Особенности молекулярных спектров. Квантование колебательных и вращательных уровней молекул. Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света.

### **Рентгеновское излучение.**

Рентгеновское излучение. Открытие рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон Мозли. Дифракция и интерференционное отражение рентгеновских лучей. Уравнение Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга.

### **Модуль 2. Физика ядра**

Тема 1. Ядро, нейтрон, энергия связи ядра, радиус, состав и характеристика атомного ядра. Спин ядра. Масса и энергия связи ядра.

Тема 2. Модели атомного ядра. Капельная и оболочечная модели. Ядерный резонанс. Эффект Мессбауэра.

Тема 3. Ядерные силы. Свойства ядерных сил. Понятие виртуальных частиц.

Тема 4. Радиоактивность ядер. Закон радиоактивного распада.

Тема 5. Виды радиоактивного распада. Альфа – распад, бета-распад. Деление ядер.

Тема 6. Радиоактивные ряды. Семейство урана, семейство тория, семейство актиния, семейство нептуния. Ядерные реакции.

**Наименование тем лабораторных работ**

Наименование тем	Продолжительность в часах	Домашняя подготовка	Цель	Задачи
	<b>Модуль 1.</b>			
1.Изучение атома спектра атома ртути.	2	2	Знакомство с МНК и определение эмпирических коэффициентов	1. Градуировка монохроматора, 2. Построение экспериментальной и теор. кривых
2.Изучение спектра атома водорода	2	2	Исследование спектра атома водорода	1. Определение линий в спектре в видимой области. 2. Определение постоянных Ридберга и Планка.
3.Исследование спектров поглощения с помощью фотометра	2	2	Исследование спектра поглощения красителя	1. Снятие спектральных характеристик . 2. Построение зависимости $D$ от $\lambda$
4.Определение энергии диссоциации молекулы йода	2	2	Определение энергии диссоциации	1.Градуировка спектроскопа, 2. Вычисление энергии диссоциации атома йода.
5.Определение потенциалов возбуждения	1	2	Убедиться в дискретности энергетических уровней атома	1.Снятие ВАХ прибора. 2.Определение резонансного потенциала для атома водорода
	<b>Модуль 2</b>			
6.Особенности рассеяния электронов на атомах	3	2	Наблюдение и изучение волновых свойств частиц вещества	1. Снятие ВАХ, 2. Оценка размеров потенциальной ямы.
7.Определение удельной рефракции молекул	3	3	Знакомство с основными электрическими и оптическими свойствами молекул.	1.Определение рефракции вещества, 2.Определение показателя преломления и плотности.

9.Исследование спектральной чувствительности п/п фотоэлемента	3	3	Углубление основных знаний о свете и знакомство с практическими применениями фотоэффекта в технике.	1.Снятие градуировочной кривой спектроскопа, 2.Построение спектральной характеристики, 3.Определение работы выхода п/п фотоэлемента
Итого	18	18		

### 5. Образовательные технологии:

активные и интерактивные формы, лекции, контрольные работы, коллоквиумы, зачет, компьютеры. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для выполнения физического практикума и подготовке к практическим (семинарским) занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу физика атома и физики ядра, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты закрепляют навыки (приобретенные на 1-2 курсах), опыт общения с ЭВМ и использования статистических методов обработки результатов наблюдений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов



России.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

**Промежуточный контроль.** В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

**Итоговый контроль.** Зачет в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

В распоряжении бакалавров имеются:

1. Учебно-методическое пособие, опубликованное в 2013г. и его электронный вариант размещён на электронной платформе Moodle.
2. На этой же электронной платформе размещены и лекции по атомной и ядерной физике.
3. При допуске к выполнению лабораторной работы каждому студенту предлагаются «карточки задания», содержащие задания основного, среднего и высокого уровней.
4. Учебное пособие «Тестовые задания по физике», опубликованное 2009 году в издательстве ДГУ Мутаевой Г.И. и Эфендиевым А.З.
5. ЭБТЗ по «физике атома и ядра» по направлению 210100.62 (тесты в количестве 517 заданий), изданные в 2010г.

### Справочные данные, необходимые при изучении курса «Физика атома и ядра»

Постоянная Планка ----- $\hbar = 1,054 \cdot 10^{-34}$  Дж · с

Элементарный заряд----- $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл

Постоянная Ридберга----- $R = 1,0973731 \cdot 10^7$  м<sup>-1</sup>

Первый боровский радиус----- $r_1 = \frac{\hbar^2}{m_e e^2} = 0,53 \cdot 10^{-10}$  м

Энергия связи электрона в атоме водорода 13,6 эВ

Комптоновская длина волны----- $\lambda_K = 0,024 \cdot 10^{-10}$  м

Классический радиус электрона----- $r_e = \frac{e^2}{m_e c^2} = 2,8 \cdot 10^{-15}$  м

Сечение томсоновского рассеяния  $\sigma_T = \frac{8\pi}{3} r_e^2 = 6,65 \cdot 10^{-29}$  м

Постоянная тонкой структуры----- $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = 1/137$

Ионизационный потенциал атом водорода-- $u_i = 13,6$  эВ

Магнетон Бора----- $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e c} = 0,927 \cdot 10^{-20}$  эрг/э

Ядерный магнетон----- $\mu_{\text{я}} = \frac{e\hbar}{2m_p c} = 5,05 \cdot 10^{-24}$  эрг/э

Единица массы, (1/12 массы атома  $C^{12}$ )---1 а.е.м. =  $1,66 \cdot 10^{-27}$  кг ил  
931,44 МэВ

Масса электрона-----	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
Масса протона-----	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,007 \text{ а.е.м.}$
Масса нейтрона-----	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$
Масса альфа-частицы-----	$m_\alpha = 6,644 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 4,0015 \text{ а.е.м.}$
Масса атома водорода-----	$= 1,0078 \text{ а.е.м.}$
Масса атома дейтерия-----	$2,014 \text{ а.е.м.}$
Масса атома трития-----	$3,016 \text{ а.е.м.}$
Масса изотопа гелия $\text{He}_2^3$ -----	$3,016 \text{ а.е.м.}$
Масса изотопа гелия $\text{He}_3^4$ -----	$4,0026 \text{ а.е.м.}$
Масса изотоп лития $\text{Li}_3^6$ -----	$6,01513 \text{ а.е.м.}$
Масса изотопа лития $\text{Li}_3^7$ -----	$7,01601 \text{ а.е.м.}$
Энергия связи атома $\text{H}_1^2$ -----	$2,2 \text{ МэВ}$
Энергия связи атома $\text{H}_1^3$ -----	$8,5 \text{ МэВ}$
Удельная энергия связи $\text{He}_2^4$ -----	$7,07 \text{ МэВ}$
Удельная энергия связи $U_{92}^{232}$ -----	$7,55 \text{ МэВ}$

### Задания для самостоятельной работы студентам

1. Эксперименты, подтвердившие волновые свойства электрона. (Эксперименты Вульфа - Бреггов, Штерна, Сушкина, Бибермана и др.)	Выступление с докладом на студенческом семинаре «Электрон», функционирующем на кафедре физической электроники.
2. Биография и творческий путь Луи де Бройля.	Выступление с докладом на студенческом семинаре «Электрон», функционирующем на кафедре физической электроники.
3. Атомные спектры, спектры сложных атомов. Правила переходов для многоэлектронных атомов. Формула Ридберга.	Проработка программного материала, дополнительной литературы и работа с тестами.
4. Положения, на которых основано объяснение периодической системы элементов таблицы Менделеева.	Проработка программного материала, дополнительной литературы и работа с тестами.
5. Интерпретация опыта Рамзауэра, приведшего к гипотезе Луи де Бройля.	Проработка ранее изученного материала и дополнительной литературы
6. Радиоактивные ряды и семейства. Уравнение векового равновесия.	Проработка материала лекций, дополнительной литературы и работа с тестами.
7. Интерпретация автоэлектронной эмиссии с применением туннельного эффекта.	Проработка материала лекций и работа с тестами.

Для самостоятельной работы студентов по атомной и ядерной физике на кафедре физической электроники предусмотрен консультационный день. На кафедре имеются также учебные пособия, выпущенные преподавателями и указанные в пункте «Литература» в достаточном количестве.

### Вопросы к зачету

1. Почему эффект Комптона удается наблюдать лишь в опытах с рентгеновскими лучами?
2. Почему в рассеянном излучении при Комптон - эффекте наблюдается несмещенная частота?
3. Почему при рассеянии высокоэнергетических гамма - квантов отсутствует смещенная частота.
4. Оценить радиус атома водорода, исходя из классической модели Томсона.
5. Перечислить выводы, сделанные Резерфордом при изучении рассеяния альфа – частиц тонкими пленками.
6. Что является главной особенностью столкновений  $\alpha$  частиц достаточно большой энергии с атомами, свидетельствующей о ядерной модели атома?
7. Чем вызвано введение в физику квантовой теории постулатов Бора?
8. Оценить радиус атома водорода, используя теорию скачков Бора.
9. Интерпретация опытов Франка и Герца. Понятие резонансного потенциала и расчет его значения для атома водорода.
10. Объяснение возникновения серий, обобщенная формула Бальмера.
11. Серии атома водорода. Комбинационный принцип Ритца и правила для электронных переходов по орбитальному квантовому числу  $l$ .
12. Столкновения электронов с атомами. Поперечное сечение рассеяния.
13. Интерпретация эффекта – Рамзауэра - Таунсенда.
14. Гипотеза де Бройля, длина волны де Бройля и интерпретация постулатов Бора с помощью гипотезы де Бройля.
15. Плоские волны, групповая и фазовая скорость волн де Бройля, понятие волнового пакета.
16. Эксперименты, подтвердившие волновые свойства корпускул.
17. Принцип неопределенностей Гейзенберга для импульса и координаты.
16. Соотношение неопределенностей для энергии и времени. Ширина спектральной линии и время жизни атома.
18. Решение уравнения Шредингера для потенциального барьера.
19. Идея решения уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа.
20. Векторная модель одноэлектронного атома. Условное обозначение атомов.
21. Особенности спектра щелочных элементов.
22. Векторная модель многоэлектронного атома, Мультиплетность атомов.
23. Особенности спектра атома гелия.
24. Объяснение периодической системы таблицы Менделеева.
25. Заряд и масса ядра. Единицы ядерной физики.
26. Изотопы. Форма и размеры атомных ядер.

27. Состав атомных ядер (протон, нейтрон) их параметры.
28. Энергия связи ядра. Ядерные силы и их особенности.
29. Схема опыта, подтвердившего оболочечную модель ядра.
30. Капельная и оболочечная модели ядра.
31. Радиоактивность. Стабильные нестабильные ядра.
32. Бетта – распад, уравнение распада и пример распада.
33. Альфа – распад, уравнение альфа – распада, пример альфа – распада.
34. Гамма – излучение при альфа - и бетта – распадах.
35. Закон радиоактивного распада, постоянная распада, период полураспада и связь между ними.
36. Объяснение Эффекта Мессбауэра.
37. Радиоактивные ряды и семейство урана.
38. Радиоактивные ряды и семейство тория.
39. Методы регистрации ионизирующих излучений на примере счетчика Гейгера - Мюллера.
40. Методы регистрации ионизирующих излучений на примере пузырьковой камеры.
41. Ядерные реакции. Протонно – протонный цикл.
42. Ядерные реакции. Углеродно – азотный цикл.

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-1	<p><b>Знать;</b> на современном уровне развития физики нет частицы, движущейся со скоростью, превышающей скорость света в пустоте, и имеющей величину действия, меньше постоянной Планка.</p> <p><b>Уметь:</b> показать, что всё многообразие процессов, протекающих в физическом мире, уместается в виде квадрата, в котором физика микромира занимает третью позицию.</p> <p><b>Владеть:</b> основными положениями, законами и методами математики.</p>	<p>Представить диаграмму физической картины мира, откладывая по оси ординат отношение скорости частицы <math>v</math>/ск скорости света, а по оси абсцисс отношение постоянной Планка к удвоенному действию частицы <math>\frac{h}{2S}</math>.</p>
ОПК-1	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

	<p>изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию;</li> <li>• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;</li> <li>• правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно и применять общие законы физики для решения конкретных задач в области атомной и ядерной и ядерной физики на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний;</li> <li>• использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики;</li> <li>• пользоваться в работе справочной и учебной литературой, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать в профессиональной деятельности явления, приведшие к корпускулярно-волновому дуализму, эксперименты, подтвердившие волновые свойства частиц, дискретность атомных и ядерных состояний;</li> <li>• анализировать явления, в которых наиболее просто и очевидно проявляются квантово-механические закономерности, и определяются в первую</li> </ul>	
--	---	--

	<p>очередь их очевидной несовместимостью с классическими представлениями.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основными достижениями в области атомной и ядерной и ядерной физики понимать перспективы их развития;</li> <li>• состоянием существующих квантово-механических моделей атомов и их отличия;</li> <li>• современными методами, концепциями и достижениями в области исследования спектров атома водорода и водородоподобных атомов, щелочных элементов и законы, описывающие их;</li> <li>• общими принципами квантовомеханического подхода к описанию строения вещества на микроскопическом (атомно-молекулярном) уровне.</li> </ul>	
ОПК-2	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• экспериментальные основы современной атомной и ядерной и ядерной физики квантовой механики;</li> <li>• использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, - основные свойства атома водорода.</li> <li>• соотношение неопределенностей, объективно отражающее свойства микрочастиц, и не обуславливающееся особенностями измерения соответствующих величин в конкретном эксперименте;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>применимости моделей;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вычислять энергетические уровни и частоты спектральных линий атома водорода;</li> <li>• определять свойства атомов в зависимости от состояний, в которых они находятся.</li> <li>• использовать для изучения доступный математический аппарат, включая методы вычислительной математики;</li> <li>• использовать в работе справочную и учебную литературу, находить другие методы, необходимые источники информации и работать с ними.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами решения задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний;</li> <li>• современной физической аппаратурой и оборудованием;</li> <li>• методами работы с современными образовательными и информационными технологиями.</li> </ul> <p><b>Должен демонстрировать способность и готовность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• к решению задач, связанных с нахождением свойств атомных состояний; работать с современными образовательными и информационными технологиями.</li> </ul>	
ОПК-3	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели атомной и ядерной физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>теоретической физики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной и ядерной физики;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области атомной и ядерной физики;</li> <li>• использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по атомной и ядерной физики;</li> <li>• пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями атомной и ядерной физики.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной и ядерной физики;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области атомной и ядерной физики</li> <li>• навыками эксплуатации современной физической аппаратуры и оборудования.</li> </ul>	
ПК-2	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно</li> </ul>	



	<p>добывать знания по изучаемой дисциплине;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</li> <li>• критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач по атомной и ядерной физике;</li> <li>• строить и использовать простейшие модели одно- и многоэлектронных атомов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать задачи для описания поведения частиц в мире атома;</li> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в области физики атома;</li> <li>• анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения</li> </ul>	
--	---	--

	<p>физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыки решения простейших квантомеханических задач и научиться применять эти навыки для анализа строения атомов и простейших молекул, а также их взаимодействия с внешними электромагнитными полями.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками квантовомеханического расчета атома водорода, молекулы водорода, производить оценки квантовомеханических величин, применять описывать квантовое состояние микрочастиц;</li> <li>• навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</li> </ul>	
ПК-5	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики атома;</li> <li>• применять полученные знания при решении</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>задач на выступлениях, на семинарских занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по атомной и ядерной физике;</li> <li>• строить и использовать простейшие модели одно- и многоэлектронных атомов при проведении физических исследований.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками решения задач для описания поведения частиц в мире атома;</li> <li>• современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;</li> <li>• устройством используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> <li>• навыками решения простейших квантомеханических задач и научиться применять эти навыки для анализа строения атомов и простейших молекул, а также их взаимодействия с внешними электромагнитными полями.</li> </ul>	

**7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.**

**Критерии оценок на курсовых зачетах**

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** – студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** – студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-балльную систему:**

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

## ОПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление использовать в профессиональной деятельности базовые	Ознакомлен с использованием в профессиональной деятельности базовых	Демонстрирует знания об использовании в профессиональной	Показывает навыки успешного владения и использования в

	естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	естественнонаучных знаний, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук.	деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук.
--	--	---	---	---

### ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «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».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	Ознакомлен с использованием в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	Демонстрирует знания об использовании в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	Показывает навыки успешного использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

### ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Порого-	Представление	Ознакомлен	Демонстрирует	Показывает

вый	использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов и теоретической физики для решения профессиональных задач.	использованием базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	знания использования базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	навыки успешного использования базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.
-----	---	---	---	---

## ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Ознакомлен с проведением научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Демонстрирует знания проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Показывает навыки успешного проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

## ПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	продемонстрировать)	рительно		
Пороговый	Представление пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.	Ознакомлен современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.	Демонстрирует знания применения и использования современных методов обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.	Показывает навыки успешного проведения научных исследований с применением современных методов обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### *Примерные темы рефератов по физике*

1. Интерпретация туннельного эффекта.
2. Филосовское толкование соотношения Гейзенберга.
3. Рентгеновское излучение, характеристические спектры.
4. Эксперименты, подтвердившие волновые свойства частиц.
5. Эксперименты, приведшие к гипотезе де Бройля.
6. Операторный метод в квантовой механике.
7. Интерпретация фотонов.
8. Условия равновесия.
9. Классическая теория излучения, формула Планка.
10. Возникновение кристаллической решетки, типы связей в кристаллах.
11. Применение лазеров в технологических процессах.
12. Принцип туннельной микроскопии.
13. Лазерное разделение изотопов в магнитном поле.
14. Принцип ЯМР - томографии.
15. Водородная энергетика.
16. Устройство и принцип действия твердотельных лазеров.
17. Проблемы термоядерного синтеза.
18. Взаимодействие мощного лазерного излучения с атомами и молекулами

### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### **Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

**Лекции - Текущий контроль** включает:

- посещение занятий \_\_10\_\_ бал.
- активное участие на лекциях \_\_15\_\_ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум \_\_60\_\_ бал.
- и др. (доклады, рефераты) \_\_15\_\_ бал.

**Физический практикум - Текущий контроль** включает:  
(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий и наличие конспекта \_\_15\_\_ бал.
- получение допуска к выполнению работы \_\_20\_\_ бал.
- выполнение работы и отчета к ней \_\_25\_\_ бал.
- защита лабораторной работы \_\_40\_\_ бал.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

### а) основная литература:

1. Матвеев А.Н. Атомная физика: Оникс. Мир и Образование, 2007.
2. Савельев И. В. Курс общей физики книга 5. Квантовая физика. Атомная физика. М.: Лань 2006. 368 с.
3. Сарычева Л. И. Введение в физику микромира. Физика частиц и ядер. М.: Либроком. 2010. 90 с.
4. Шпольский Э.В. Атомная физика Т.1. Введение в атомную физику. М. Лань. 2010. 560 с.
5. Шпольский Э.В. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. М.: Лань. 2010. 448 с.
6. Савельев И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев. – М.: Изд-во АСТ, 2004. Т.5. – 368 с
7. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика / Д.В. Сивухин.– М.: Физматлит, 2002. Т.5. – 784 с.
8. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в квантовую физику / Л.Л. Гольдин, Г.И. Новикова. – М.: Наука, 1988. – 656 с.
9. Шпольский Э.В. Атомная физика / Э.В. Шпольский. – М.: Наука, 1984. Т.1. – 552 с.
10. Шпольский Э.В. Атомная физика / Э.В. Шпольский. – М.: Наука, 1984. Т.2. – 447 с.
11. Попов А.М., Тихонова О.В. Лекции по атомной и ядерной физике, М.: Физ. фак. МГУ, 2007
12. Матвеев А.Н. Атомная физика, М.: Высшая школа, 1989
13. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в квантовую физику, М.: Наука, 1988
14. Вихман Э., Квантовая физика, М.: Наука, 1974



15. Сборник задач по атомной и ядерной физике, М: Физфак МГУ, 2010 (под редакцией С.С
16. Красильникова, А.М. Попова, О.В. Тихоновой).
17. Гуляев А.В., Красильников С.С., Попов А.М., Тихонова О.В., Харин В.Ю. Сто одиннадцать задач по атомной и ядерной физике, М.: МГУ, 2012.

**б) дополнительная литература:**

1. Лорд Л., Лубуров Д. Практическая спектроскопия, М.: Наука, 1950.
2. Калашников С.Г. Электричество. Высшая школа, 1976.
3. Мутаева Г.И., Эфендиев А.З. Электронная база тестовых заданий для проверки приобретенных знаний. Махачкала 2009. 500 заданий.
4. Мутаева Г.И., Эфендиев А.З. Тестовые задания по физике. Учебное пособие. Махачкала издательство ДГУ. 2009. 34 с.
5. Физический практикум по атомной и ядерной физике. Учебно-методическое пособие, Махачкала: ИПЦ ДГУ. 2013. 96 с.
6. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике и ядерной физике /И.Е. Иродов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 215 с.
7. Кислов А.Н. Атомная физика: учебное пособие / А.Н. Кислов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 139 с
8. Борн М. Атомная физика, М.: Мир, 1965
9. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике, т.3,8,9 М.: Мир, 1967
10. Фано У., Фано Л. Физика атомов и молекул, М.: Наука, 1980
11. Милантьев В.П. Атомная физика, М.: Из-во Университета дружбы народов, 1999
12. Милантьев В.П. Физика атома и атомных явлений Автор: Издательство: Абрис Год: 2012. 399 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства ([www.fero.ru](http://www.fero.ru)).
4. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки [elibrary.ru](http://elibrary.ru)).

8. Федеральный центр образовательного законодательства.  
<http://www.lexed.ru>  
 9. [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)

#### 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к зачету	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским (практическим) занятиям;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Физика атома".
- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя;
- лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал;
- в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы;

- в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;
- подготовку и активную работу на лабораторных занятиях;
- подготовка к лабораторным занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы.

**а) Примерные вопросы для самоподготовки**

**Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Атомная физика».**

1. В Чем проявляется и чем обусловлен эффект Комптона?
2. Каков вид формулы, описывающей эффект Комптона?
3. Почему эффект Комптона удается наблюдать лишь в опытах с рентгеновским излучением?
4. Почему в рассеянном излучении появляется несмещенная частота?
5. Почему при рассеянии высокоэнергетических гамма – квантов несмещенной частоты не наблюдается?
6. Изложить принципиальную схему наблюдения индивидуальных актов столкновения фотонов с электронами.
7. Изобразить на рисунке схему установки Комптона.
8. Какие выводы были сделаны после опытов Комптона?
9. Описать модель атома Томсона и вывести формулу для радиуса атома исходя из этой модели.
10. В чем недостаток классической модели Томсона?
11. Какую модель строения атома предложил Резерфорд?
12. Какие результаты были получены в опытах Резерфорда по наблюдению рассеяния альфа-частиц при их прохождении через тонкие слои вещества?
13. Какую постоянную определяет отношение скорости электрона на орбите к скорости света в вакууме?
14. Сформулировать квантовые постулаты Бора.
15. В чем заключается новизна представлений о свойствах атомов в теории Бора.
16. Используя постулаты Бора вывести формулы для радиусов боровских орбит и полной энергии атома.
17. Используя постулаты Бора, вычислить кинетическую, потенциальную и полную энергию электрона в атоме водорода.
18. Какие состояния атома называются стационарными?
19. Какое состояние считается основным и какие – возбужденными?
20. Как описываются состояния атомов с помощью энергетических диаграмм?
21. В чем состоят главные недостатки теории Бора? Зарисовать схему опытов Франка и Герца.
22. Объяснить результаты опытов Франка и герца.
23. Какова длина волны излучения, испускаемого атомами ртути при напряжении 4,9 В между катодом и сеткой?
24. Как объясняется происхождение линейчатых спектров теорией Бора?

25. Почему линейчатые спектры у каждого химического элемента свои, а все атомы одного химического элемента излучают свет с одинаковым линейчатым спектром?
26. Какое соотношение между квантовыми и классическими законами устанавливается принципом соответствия Бор?
27. В чем суть гипотезы де Бройля?
28. Какие эксперименты свидетельствуют о существовании волновых свойств частиц вещества?
29. Каков физический смысл неопределенностей для координаты и импульса?
30. Каков физический смысл неопределенностей для энергии и времени?
31. В чем заключается принципиальное отличие квантово-механического описания системы от классического описания?
32. Какие сведения о квантово-механической системе можно получить на основании решения уравнения Шредингера?
33. Каковы требования, предлагаются к волновой функции?
34. Квантуется ли энергия свободной частицы?
35. Что такое нулевые колебания?
36. Перечислить математические требования к волновой функции.
37. В чем состоит фундаментальное свойство стационарного состояния, называемое его единством?
38. Чем отличаются статистические закономерности квантовой механики от статистических закономерностей классической механики?
39. В чем отличие принципа суперпозиции квантовой механики от принципа суперпозиции классической физики?
40. Сформулировать условия на границах бесконечно глубокой ямы и ямы конечной глубины.
41. Может ли частица проникнуть в некоторую область пространства с нарушением закона сохранения энергии?
43. Каково принципиальное отличие энергетического спектра щелочных элементов от энергетического спектра атома водорода?
44. Сформулировать правила отбора для переходов оптического электрона в щелочных металлах
45. Какими переходами обусловлено излучение резонансной линии, главной серии, диффузной серии и резкой серии?
46. Чем вызван дублетный характер линий излучения атомов щелочных элементов?
47. В чем состоит сущность спин-орбитального взаимодействия?
48. Чему равны потенциалы ионизации атомов однократно ионизованного гелия и двукратно ионизованного лития?
49. Чем определяется тип связи, которой осуществляется образование полного момента атома?
50. В каких пределах может изменяться фактор Ланде?

51. Как классифицируются состояния атома по квантовым числам полного спина, орбитального момента и полного момента атома?
52. Чему равна ларморова частота прецессии атома в магнитном поле?
53. Чем определяется мультиплетность термов атомов при L- S- связи?
54. Чем определяется мультиплетность линий излучения при оптических переходах?
55. Сформулировать правило мультиплетностей атомов.
56. Какие квантовые числа входят в символическое обозначение состояния атома?
56. Какие состояния являются вырожденными и чему равна кратность вырождения без учета спина электрона и с учетом?
57. Каково символическое обозначение оболочек и подоболочек атома?
58. Как можно вычислить максимальное число электронов, содержащихся в подоболочке и оболочке атома?
59. Сформулировать принцип Паули.
60. Сформулировать принцип минимальной энергии.
61. Сформулировать правило Гунда и показать последовательность заполнения электронных состояний в пределах подгруппы.
62. Каковы причины различия между реальной и идеальной схемами заполнения электронных оболочек атомов в таблице Менделеева?
63. При каких допущениях возможна идеальная схема заполнения электронных оболочек атомов?
64. Каков физический смысл внутреннего квантового числа?
65. Сколько ориентаций орбитального магнитного момента возможно в d- состоянии электрона?
66. Какова максимальная мультиплетность атомов с четным числом электронов?
67. Какова максимальная мультиплетность атомов с нечетным числом атомов?
68. Перечислить первый набор квантовых чисел, которыми характеризуется состояние электрона.
69. Перечислить второй набор квантовых чисел, которыми характеризуется состояние электрона.
70. Перечислить квантовые числа, которыми характеризуется состояние атома.
72. Какова причина не коллинеарности полного магнитного момента атома полному механическому моменту?
73. К чему приводят различия гиромангнитных отношений для орбитального движения и спина?
74. Что называется гиромангнитным отношением?
75. Что является источником атомного магнетизма?
76. Какие значения может принимать проекция орбитального магнитного момента на заданное направление?
77. Чему равен модуль орбитального магнитного момента?

78. Какой смысл имеет угол между направлением магнитного момента и заданным направлением?

79. Чему равен модуль спинового магнитного момента?

80. Чему равен модуль орбитального механического момента?

81. Чему равен модуль спинового механического момента?

82. Сколько значений может принимать проекция полного механического момента при значении внутреннего квантового числа, равного 2?

83. Каково разительное отличие квантового представления об орбитальном моменте от классического?

84. Какому отличию квантового представления об орбитальном моменте от классического нельзя дать классическую интерпретацию?.

### **Развитие атомистических представлений об излучении**

1. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. “Ультрафиолетовая катастрофа”.

2. Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее. Внешний фотоэффект. Законы фотоэффекта.

3. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект.

4. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект Комптона. Природа электромагнитного излучения.

### **Волновые свойства частиц**

5. Корпускулярно-волновая двойственность свойств электромагнитного излучения.

6. Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера).

7. Свойства волн де Бройля.

8. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

### **Строение атома и теория Бора**

9. Спектральные серии атома водорода. Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ризца.

10. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров.

11. Ядерная модель атома (модель Резерфорда). Опыты Резерфорда по рассеянию альфа- частиц. Формула Резерфорда. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки.

12. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца).

13. Элементарная боровская теория атома водорода. Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора.

14. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.

### **Физические основы квантовой механики**

15. Основные положения квантовой механики. Операторы в квантовой механике (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии).
16. Операторы важнейших физических величин : оператор координаты, оператор импульса, оператор вектора импульса, оператор момента импульса, оператор квадрата момента импульса, оператор проекции момента импульса, оператор кинетической энергии, оператор потенциальной энергии, оператор полной энергии.
17. Волновое уравнение Шредингера. Временное и стационарное уравнения Шредингера.
18. Движение свободной частицы в одномерной потенциальной яме. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор в квантовой механике.
19. Прохождение частиц через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности. Туннельный эффект.
20. Квантово-механическое описание атома водорода: уравнение Шредингера, энергия, квантовые числа, энергетический спектр.
21. Электрон в водородоподобном атоме.  $1s$  – состояние электрона в атоме водорода.
22. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.

### **Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме**

23. Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха.
24. Нормальное и возбужденные состояния атома водорода.
25. Снятие вырождения состояний в атоме водорода: снятие вырождения состояний по магнитному квантовому числу, снятие вырождений по орбитальному квантовому числу.
26. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновое квантовые числа.
27. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде.
28. Спин - орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра.

### **Структура и спектры сложных атомов**

29. Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме.
30. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правило Хунда. Оптические спектры сложных атомов.

31. Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном Магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена- Бака).

### **Молекулярные спектры**

32. Элементарные сведения о строении молекул. Энергия молекулы. Особенности молекулярных спектров.
33. Квантование колебательных и вращательных уровней молекул. Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света.

### **Рентгеновское излучение.**

34. Рентгеновское излучение. Открытие рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон Мозли.
35. Дифракция и интерференционное отражение рентгеновских лучей. Уравнение Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга.
36. Вынужденное излучение. Элементы физики лазеров.

### **37. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

### **38. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

- Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями физического практикума – 2 лаб.
- При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
- При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.
- Комплект мультимедийных слайд-лекций по всем разделам дисциплины.
- Комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.