



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего 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  
**«Возобновляемые источники энергии и гидроэлектростанции»**


Уровень высшего образования:  
**Бакалавриат**

Форма обучения:  
**Очная**

Статус дисциплины:  
**Обязательная часть. Физический модуль**

**Махачкала, 2021**

Рабочая программа дисциплины «Атомная и ядерная физика» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО -бакалавриат по направлению подготовки **13.03.02** «Электроэнергетика и электротехника» от 28.02.2018 г. № 144).

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

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» мая 2021г., протокол № 9

Зав.кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» июня 2021г., протокол № 10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 09 » июля 2021 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» входит в Обязательную часть Физического модуля Блока 1 ОПОП бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

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: универсальных: УК-1; *общепрофессиональных*: ОПК-5; *профессиональных*: ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, 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 3 зачётных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС	
		всего	из них					
		Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
5	108	54	36	18			54	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 ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» входит в Обязательную часть Физического модуля Блока 1 ОПОП бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

*Для изучения дисциплины «Атомная и ядерная физика» 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 ОПОП (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.

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) .

Код и наименование компетенций из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>УК-1.1.</b> Выполняет поиск необходимой информации, ее критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.	<b>Знает:</b> -методы поиска, сбора и обработки информации. <b>Умеет:</b> - сформулировать проблему, для которой важно решение поставленной задачи; - составить варианты запросов для поиска каждого элемента информации. <b>Владеет:</b>	Устный опрос.

		-навыками осуществления поиска и отбора информации для последующей обработки.	Письменный опрос
	<b>УК-1.2.</b> Использует системный подход для решения поставленных задач.	<b>Знает:</b> - методы системного анализа и синтеза информации. <b>Умеет:</b> -применять системный подход для решения поставленных задач. <b>Владеет:</b> - навыками критического восприятия, анализа и синтеза информации; - методикой системного подхода для решения поставленных задач.	
<b>ОПК-5.</b> Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	<b>ОПК-5.1.</b> Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.	<b>Знает:</b> -области применения на объектах энергетики и электротехники свойств, характеристик и методов исследований, как металлов, так и металлических сплавов для использования в области профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> -выбирать конкретный вид конструкционного материала с требуемыми оптимальными характеристиками для использования в определенной области профессиональной деятельности. <b>Владеет:</b> -навыками реализации	Письменный опрос

		свойств конструкционных материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	
	<p><b>ОПК-5.2.</b> Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.</p>	<p><b>Знает:</b> -области применения на объектах энергетики и электротехники свойств, характеристик и методов исследований проводниковых, полупроводниковых и диэлектрических материалов. <b>Умеет:</b> -выбирать конкретный вид электротехнического материала с требуемыми оптимальными характеристиками для использования в области профессиональной деятельности. <b>Владеет:</b> -навыками реализации свойств электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности.</p>	Устный опрос.
	<p><b>ОПК-5.3.</b> Выполняет расчеты на прочность простых конструкций.</p>	<p><b>Знает:</b> -теоретические основы обеспечения прочности, устойчивости, долговечности и надежности простых конструкций объектов энергетики и электротехники. <b>Умеет:</b></p>	Письменный опрос



		<p>-выполнять расчеты элементов простых конструкций объектов энергетики и электротехники в условиях статических и динамических нагрузок с учетом требований прочности, устойчивости, долговечности и надежности.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>-способностью выбирать верные решения при расчетах простых конструкций объектов энергетики и электротехники с учетом требований прочности, устойчивости, долговечности и надежности</p>	
<p><b>ПК-1.</b> Способен организовать и провести работу по ремонту ГТС ГЭС/ГАЭС</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Способен анализировать результаты мониторинга и диагностики ГТС ГЭС/ ГАЭС.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструктивные особенности эксплуатируемых сооружений, пропускные способности, режимы пропусков воды, дренажные и осушающие устройства сооружений;</li> <li>- принцип действия контрольно-измерительной аппаратуры;</li> <li>- методы проектирования и проведения технико-экономических расчетов;</li> <li>- руководящие материалы по надзору и эксплуатации гидросооружений;</li> <li>- современные технологии и новые</li> </ul>	<p>Устный опрос.</p> <p>Письменный опрос</p>

		<p>матери алы для ремонта сооружений и зданий, тенденции и перспективы их развития;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- требования охраны труда, производственной санитарии, пожарной и промышленной безопасности;</li><li>- основы технологического процесса производства электрической энергии и мощности;</li><li>- принципы и режимы работы гидротехнического, гидротурбинного, грузоподъемного и вспомогательного оборудования;</li><li>- принцип работы систем электроснабжения, систем водоснабжения и водоотведения, систем отопления, систем вентиляции, систем противопожарной защиты;</li><li>- основы гидротехники, гидравлики, механики, электротехники;</li><li>- методы обработки информации с применением современных технических средств, коммуникаций и связи, вычислительной техники.</li></ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- систематизировать и интерпретировать техническую документацию, данные</li></ul>	
--	--	---	--

		<p>мониторинга;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать информацию и данные для оценки состояния ГТС, определения резервов надежности и обоснования необходимости ремонтных работ;</li><li>- определять причины дефектов, выявляемых на ГТС и обосновывать необходимость проведения ремонтных работ;</li><li>- разрабатывать предложения по результатам анализа дефектов (несоответствий состояния ГТС)</li><li>- работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой, браузерами и со специализированными программами;</li><li>- применять справочные материалы в области ремонта ГТС.</li></ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками оценки и анализа состояния оборудования, ГТС электростанции на основании данных мониторинга, диагностики и предшествующих ремонтов;</li><li>- навыками анализа выявленных в процессе эксплуатации дефектов ГТС электростанции;</li></ul>	
--	--	--	--

		<p>навыками анализа инновационных технологических решений и разрабатываемого оборудования, а также мировой практики применения технологий и производимого оборудования для использования в ТО и ремонтах.</p>	
	<p><b>ПК-1.2.</b> Способен планировать работы по ремонту ГТС ГЭС/ ГАЭС.</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила планирования и исполнения производственной программы ГЭС;</li> <li>- нормативные и методические материалы по организации ремонтов и технического обслуживания ГТС ГЭС/ ГАЭС;</li> <li>- порядок организации обеспечения производства ремонтов материально-техническими ресурсами;</li> <li>- схемы гидротурбинного, гидромеханического оборудования, а также вспомогательных систем, компоновки оборудования технологических процессов производства;</li> <li>- основы экономики и трудового законодательства Российской Федерации.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технические воздействия на ГТС;</li> <li>- использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных</li> </ul>	<p>Устный опрос.</p> <p>Письменный опрос</p>

		<p>и пакеты прикладных программ в своей предметной области;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- использовать в работе нормативную и техническую документацию;</li><li>- рассчитывать (определять) потребность в материалах, запасных частях для ремонта ГТС;</li><li>- рассчитывать объемы и сроки проведения ремонта ГТС;</li><li>- планировать сложные технологические процессы в рамках ремонта ГТС;</li><li>- составлять и читать конструкторскую документацию, рабочие чертежи, электрические схемы.</li></ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками определения набора технических воздействий и формирования перечня мероприятий по устранению дефектов, повреждений, аварийного состояния ГТС;</li><li>- навыками формирования технических требований и ведомостей дефектов по воздействиям на ГТС;</li><li>- навыками определения номенклатуры и количества оборудования, механизмов, запасных частей и материалов, приспособлений и оснастки в соответствии с утвержденной</li></ul>	
--	--	--	--

		ведомостью ремонта объекта; - способностью формирования планов (графиков) ремонта, планов подготовки к ремонту, графиков производства ремонтных работ, графика обхода ГТС в межремонтный период; - способностью проведения технической экспертизы и подготовки заключений по проектно-сметной документации	
--	--	--	--

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

4.1. Объем дисциплины составляет **3** зачетных единиц, **108** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Экзамен, консультации	Лаб. раб. работы	Самостоятельная работа.	
	<b>Модуль №1</b>		<b>Механические модели атома. Дискретность энергетических состояний атома.</b>				
1	Корпускулярные свойства волн и волновые свойства корпускул.	5	3		0	3	
2	Волны де Бройля, фазовая и групповая скорости.		2			4	
3	Атом водорода. Дискретность энергетических уровней,		2		2	3	

	комбинационный принцип термов.						
4.	Опыты Франка и Герца. Атомные спектры.		3		2	4	
5.	Механические модели атома (Томсона, Резерфорда, Бора)		2		2	4	
	<b>Итого за 1 модуль</b>	36	12	-	6	18	
1	Экспериментальное подтверждение волновых свойств корпускул. Длина волны де Бройля.		3		3	3	
2.	Волновое уравнение Шредингера, его решение для частицы в потенциальной яме.		2		0	5	
3.	Необычные свойства волн, соотношения неопределенностей Гейзенберга.		2		0	5	
4.	Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа.		3		0	3	
5	Объяснение периодической системы элементов Менделеева.		2		3	2	
	<b>Итого за 2 модуль.</b>	36	12	-	6	18	
<b>Модуль № 2 Физика ядра</b>							
1	Состав и характеристики ядра. Модели атомного ядра.		3		0	4	
2	Свойства ядерных сил. Закон радиоактивного распада.		2		3	3	
3	Типы радио-		3		3	4	

	активного.						
4	Ядерный магнитный резонанс. Эффект Мёссбауэра.		2		0	4	
5	Ядерные реакции		2			4	
	<b>Итого за 3 модуль.</b>	36	12		6	18	
	<b>Всего за семестр</b>	108	36		18	54	

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

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### 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 Риза. 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.

#### 4.3.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине (физический практикум)

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

1. Изучение спектра ртути.
2. Изучение спектра водорода.
3. Исследование спектров поглощения красителей с помощью фотометра.

##### Модуль 2. 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 спиновое 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. Содержание лабораторных занятий по дисциплине (физический практикум)**

1. Определение энергии диссоциации молекулы йода.
2. Определение верхней границы  $\beta$ -спектра.
3. Газоразрядный счетчик.

### **Модуль 3. 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.

**Содержание лабораторных занятий по дисциплине (физический практикум)**

### **Модуль 3. Физика ядра**

1. Определение энергии и среднего пробега  $\alpha$ -частиц в воздухе.
  2. Определение энергии  $\gamma$ -квантов методом поглощения.
  3. Элементарные частицы и их регистрация в пузырьковых камерах.
- \* Каждый студент выполняет по физике атома и атомного ядра – 3 работы в каждом модуле.

### **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<sup>2</sup>

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----- $\mu_N = \frac{e\hbar}{2m_p c} = 5,05 \cdot 10^{-24}$  эрг/э

Единица массы, (1/12 массы атома <sup>12</sup>C)---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 $\text{U}_{92}^{232}$ -----	$7,55 \text{ МэВ}$

### 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. Энерги 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. Типовые контрольные задания**

*Примерные темы рефератов по физике*

1. Интерпретация туннельного эффекта.
2. Философское 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

**7.2. 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 Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики : в 5 кн.: [учеб. пособие для втузов]. Кн.5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Савельев, Игорь Владимирович. - М. : Астрель: АСТ, 2007. - 368 с.

2 Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник: [в 3-х т.]. Т.1 : Физика атомного ядра / Мухин, Константин Никифорович. - 6-е изд., испр. и доп. - СПб. и др. : Лань, 2008. - 383 с.

3. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник: [в 3-х т.]. Т.3 : Физика элементарных частиц / Мухин, Константин Никифорович. - 6-е изд., испр. и доп. - СПб. и др. : Лань, 2008. - 412 с.

4. Джамалова, Аида Самадовна. Основы ядерной физики : курс лекций для студентов физ. фак. / Джамалова, Аида Самадовна ; Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2016. - 295 с. - 383-50 Матвеев А.Н. Атомная физика: Оникс. Мир и Образование, 2007.

5. Шпольский Э.В. Атомная физика Т.1. Введение в атомную физику. М. Лань. 2010. 560 с.

6. Попов А.М., Тихонова О.В. Лекции по атомной и ядерной физике, М.: Физ. фак. МГУ, 2007

7. Матышев А.А. Атомная физика. Том 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Матышев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. — 531 с. — 978-5-7422-4209-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43939.html>

8. Матышев А.А. Атомная физика. Том 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Матышев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. — 344 с. — 978-5-7422-4210-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43940.html>

9. Капуткин Д.Е. Физика. Оптика. Атомная и ядерная физика. Часть 3 [Электронный ресурс] : учебное пособие для практических занятий / Д.Е. Капуткин, В.В. Пташинский, Ю.А. Рахштадт. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2014. — 103 с. — 978-5-87623-742-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56599.html>

10. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть III. Геометрическая и волновая оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Основы физики элементарных частиц [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 302 с. — 978-5-4387-0428-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34672.html>

11. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Михайлов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 28 с. — 9785-7042-2471-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58212.html>

#### **б) дополнительная литература:**

1. Джамалова, Аида Самадовна. Основы ядерной физики : курс лекций для студентов физ. фак. Ч.2 / Джамалова, Аида Самадовна ; М-во образования РФ, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2003. - 151 с.

2. Практикум по ядерной физике. Ч.1 : Детекторы ядерных излучений / [сост. А.С.Джамалова, Н.В.Офицерова, Р.А.Абдулакимова]; Федерал. агентство по образованию, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2007. - 47 с



3. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Атомная физика" / [сост. С.А.Джамалова, Н.В.Офицерова, Р.А.Абдулакимова]; МВ и ССО РСФСР ДГУ. - Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2008. - 22 с

4. Мутаева, Гайбат Ихласовна. Физический практикум по атомной физике: учеб.-метод. пособие / Мутаева, Гайбат Ихласовна, А. З. Эфендиев ; Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2013. - 96 с.

5. Высоцкий М.И. Современное состояние физики элементарных частиц [Электронный ресурс] : курс лекций / М.И. Высоцкий. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2015. — 59 с. — 978-5-383-009499. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57018.html>

6. Оптика. Атомная физика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / М.А. Беджанян [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 123 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63219.html>

7. Физика атомного ядра [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, Золотой колос, 2014. — 129 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64795.html>

8. 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>

**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.
Лабораторные занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию лабораторных занятий по дисциплине. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Выполнение экспериментальной части. 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?.

## **Темы рефератов**

### **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. “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).

1. Элементарная боровская теория атома водорода. Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора.
  2. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.
- Физические основы квантовой механики**
3. Основные положения квантовой механики. Операторы в квантовой механике (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии).
  4. 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.
  5. Волновое уравнение Шредингера. Временное и стационарное уравнения Шредингера.
  6. Движение свободной частицы в одномерной потенциальной яме. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор в квантовой механике.
  7. Прохождение частиц через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности. Туннельный эффект.
  8. Квантово-механическое описание атома водорода: уравнение Шредингера, энергия, квантовые числа, энергетический спектр.
  9. Электрон в водородоподобном атоме.  $1s$  – состояние электрона в атоме водорода.
  10. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.

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

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

**Структура и спектры сложных атомов**

17. Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме.

18. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правило Хунда. Оптические спектры сложных атомов.
19. Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном Магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена- Бака).

#### **Молекулярные спектры**

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

#### **Рентгеновское излучение.**

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

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

Учебная и научная литература по курсу. Видеозаписи, связанные с программой курса, компьютерные демонстрации, технические возможности для их просмотра и прослушивания. Свободный доступ в Интернет, наличие компьютерных программ общего назначения.

1. Программное обеспечение для лекций: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.

2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций.

Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

### **12. 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.

Составитель: Гасанова Р.Н., канд.физ.-мат.наук, доцент кафедры физической электроники ДГУ.