




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Республики Крым  
«Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова»  
(ГБОУВО РК КИПУ имени Февзи Якубова)

Кафедра электромеханики и сварки


СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

 Е.А. Рыбалкин  
«30» 08 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Э.Э. Ягьяев  
«30» 08 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.08.05 «Атомная и ядерная физика»**

направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование  
профиль подготовки «Физика»

факультет инженерно-технологический

Симферополь, 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.О.08.05 «Атомная и ядерная физика» для бакалавров направления подготовки 44.03.01 Педагогическое образование. Профиль «Физика» составлена на основании ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 121.

Составитель

рабочей программы



подпись

Е.А. Рыбалкин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
электромеханики и сварки

от 27.08 \_\_\_\_\_ 20 21 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



подпись

Э.Э.Ягьяев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании УМК инженерно-  
технологического факультета

от 30.08 \_\_\_\_\_ 20 21 г., протокол № 1

Председатель УМК



подпись

С.А. Феватов

**1.Рабочая программа дисциплины Б1.О.08.05 «Атомная и ядерная физика» для бакалавриата направления подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль подготовки «Физика».**

**2.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной**

**2.1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)**

***Цель дисциплины (модуля):***

– формирование систематизированных знаний в области атомной и ядерной физики, а также научного мышления и современного мировоззрения.

***Учебные задачи дисциплины (модуля):***

– усвоение и понимание студентами законов атомной и ядерной физики с целью применения этих знаний в дальнейшем при решении инженерных и научных – выработка у студентов навыков проведения научных исследований с применением современной научной аппаратуры и обработки результатов

**2.2. Планируемые результаты освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины Б1.О.08.05 «Атомная и ядерная физика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-8 - Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

– роль и место образования в жизни человека и общества в области гуманитарных знаний; естественно-научных знаний; в области нравственного воспитания; историю, теорию, закономерности и принципы построения и функционирования образовательного процесса

**Уметь:**

– использовать современные, в том числе интерактивные, формы и методы воспитательной работы в урочной и внеурочной деятельности, дополнительном образовании детей

**Владеть:**

– методами, формами и средствами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий для реализации проектной деятельности обучающихся, лабораторных экспериментов, экскурсионной работы, полевой практики и т.п.; действиями (навыками) организации различных видов внеурочной деятельности: игровой, учебно-исследовательской, художественно-продуктивной, культурно-досуговой с учетом возможностей образовательной организации, места жительства и историко-культурного своеобразия региона

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.О.08.05 «Атомная и ядерная физика» относится к дисциплинам обязательной части и входит в модуль "Предметно-содержательный"

### 4. Объем дисциплины (модуля)

(в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Семестр	Общее кол-во часов	кол-во зач. единиц	Контактные часы						СР	Контроль (время на контроль)
			Всего	лек	лаб.з ан.	практ. зан.	сем. зан.	ИЗ		
5	180	5	68	26	10	32			85	Экз (27 ч.)
Итого по ОФО	180	5	68	26	10	32			85	27

**5. Содержание дисциплины (модуля) (структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий)**

Наименование тем (разделов, модулей)	Количество часов														Форма текущего контроля
	очная форма							заочная форма							
	Всего	в том числе						Всего	в том числе						
		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР		л	лаб	пр	сем	ИЗ	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Строение атома по Резерфорду.	9	2		2			5								устный опрос
Строение атома по Бору.	24	4	2	8			10								устный опрос; лабораторная работа, защита отчета
Атом водорода и водородоподобные системы по теории Шредингера.	16	2		2			12								устный опрос

Многоэлектронные атомы.	24	4	4	4			12									устный опрос; лабораторная работа, защита отчета
Строение атомного ядра.	24	4	4	4			12									устный опрос; лабораторная работа, защита отчета
Естественная радиоактивность.	20	4		4			12									устный опрос
Искусственная радиоактивность.	14	2		2			10									устный опрос
Ядерные реакции.	22	4		6			12									устный опрос
Всего часов за 5 семестр	153	26	10	32			85									
Форма промеж. контроля	Экзамен - 27 ч.															
<b>Всего часов дисциплине</b>	153	26	10	32			85									
часов на контроль	27															

### 5. 1. Тематический план лекций

№ лекц	Тема занятия и вопросы лекции	Форма проведения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	Тема лекции: Строение атома по Резерфорду. <i>Основные вопросы:</i> 1) Краткий обзор о строении вещества. 2) $\alpha$ - частицы и некоторые их свойства. Столкновение $\alpha$ - частиц с атомами. 3) Определение величины заряда атомного ядра из данных по рассеянию - частиц. Заряд атомных ядер и место элемента в периодической таблице элементов Д.И.Менделеева. 4) Планетарная модель атома и её затруднения.	Акт.	2	
2.	Тема лекции: Строение атома по Бору. <i>Основные вопросы:</i>	Акт.	2	

	<p>1) Закономерности в спектре излучения атомарного водорода.</p> <p>2) Постулаты Бора.</p> <p>3) Опыты Франка и Герца.</p> <p>4) Правило квантования круговых орбит.</p> <p>5) Теория атома водорода и водородоподобных систем по Бору.</p>			
3.	<p>Тема лекции: Строение атома по Бору. <i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Сериальные закономерности в спектрах атомарного водорода и водородоподобных систем.</p> <p>2) Пространственное квантование. Магнитные моменты атомов.</p> <p>3) Опыты Штерна и Герлаха.</p> <p>4) Спиновое квантовое число.</p>	Акт.	2	
4.	<p>Тема лекции: <b>Атом водорода и водородоподобные системы по теории Шредингера.</b> <i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Недостатки теории Бора.</p> <p>2) Волны де-Бройля.</p> <p>3) Уравнение Шредингера.</p> <p>4) Атом водорода и водородоподобные системы по теории Шредингера.</p>	Акт.	2	
5.	<p>Тема лекции: <b>Многоэлектронные атомы.</b> <i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по энергетическим состояниям.</p> <p>2) Электронная конфигурация многоэлектронных атомов.</p> <p>3) Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.</p> <p>4) Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.</p>	Акт.	2	
6.	<p>Тема лекции: <b>Многоэлектронные атомы.</b></p>	Акт.	2	

	<p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Спектры щелочных металлов.  2) Мультиплетность спектров и спин электрона.  3) Механический момент многоэлектронного атома.  4) Магнитный момент многоэлектронного атома.</p>			
7.	<p>Тема лекции:</p> <p><b>Строение атомного ядра.</b></p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Атомные единицы длины, массы, энергии.  2) Изотопы.  3) Состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Размеры атомных ядер. Плотность ядерного вещества.  4) Некоторые закономерности, наблюдаемые среди изотопов.</p>	Акт.	2	
8.	<p>Тема лекции:</p> <p><b>Строение атомного ядра.</b></p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Дефект массы. Энергия связи ядер.  2) Ядерные силы. Модели атомных ядер.  3) Полуэмпирическая формула для энергии связи ядер.  4) Связь между зарядом ядра и общим числом частиц в устойчивых ядрах.</p>	Акт.	2	
9.	<p>Тема лекции:</p> <p><b>Естественная радиоактивность.</b></p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Естественная радиоактивность. Виды радиоактивного излучения.  2) Закон радиоактивного распада.  3) Правила смещения при естественных радиоактивных превращениях. Последовательные радиоактивные превращения ядер.  4) Радиоактивное равновесие и единицы</p>	Акт.	2	

10.	<p>Тема лекции:</p> <p><b>Естественная радиоактивность.</b></p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Закономерности радиоактивного <math>\alpha</math>- распада.</li> <li>2) Закономерности радиоактивного <math>\beta</math>- распада.</li> <li>3) Атомное ядро как квантовая система.</li> <li>4) Радиоактивность нейтрона.</li> </ol>	Акт.	2	
11.	<p>Тема лекции:</p> <p><b>Искусственная радиоактивность.</b></p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Искусственные превращения ядер. Первые ядерные реакции. Открытие нейтрона.</li> <li>2) Образование и аннигиляция электронно-позитронной пары.</li> <li>3) Искусственная радиоактивность. <math>e</math>- захват. Радиоактивный <math>\beta^+</math> - распад.</li> <li>4) Составное ядро. Общая характеристика и примеры ядерных реакций.</li> </ol>	Акт.	2	
12.	<p>Тема лекции:</p> <p><b>Ядерные реакции.</b></p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Прохождение нейтронов через вещество.</li> <li>2) Типы ядерных реакций. Поперечное сечение реакции.</li> <li>3) Энергия ядерных реакций.</li> <li>4) Ядерные реакции, вызываемые нейтронами.</li> </ol>	Акт.	2	
13.	<p>Тема лекции:</p> <p><b>Ядерные реакции.</b></p> <p><i>Основные вопросы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Деление ядер.</li> <li>2) Энергия активации деления ядер. Спонтанно деление ядер. Особенности деления изотопов урана.</li> <li>3) Цепная реакция деления ядер.</li> <li>4) Термоядерные реакции.</li> </ol>	Акт.	2	
	<b>Итого</b>		<b>26</b>	<b>0</b>



## 5. 2. Темы практических занятий

№ занятия	Наименование практического занятия	Форма проведения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	<p>Тема практического занятия: <b>Строение атома по Резерфорду.</b> <i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Столкновение <math>\alpha</math>-частиц с атомами. 2) Определение величины заряда атомного ядра из данных по рассеянию <math>\alpha</math>-частиц.</p>	Акт.	2	
2.	<p>Тема практического занятия: <b>Строение атома по Бору.</b> <i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Закономерности в спектре излучения атомарного водорода. 2) Квантование круговых орбит.</p>	Акт.	2	
3.	<p>Тема практического занятия: <b>Строение атома по Бору.</b> <i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. 2) Кинетическая, потенциальная, полная энергии атома водорода и водородоподобных систем по Бору.</p>	Акт.	2	
4.	<p>Тема практического занятия: <b>Строение атома по Бору.</b> <i>Основные вопросы:</i></p> <p>1) Сериальные закономерности в спектре атома водорода. 2) Сериальные закономерности в спектрах водородоподобных систем.</p>	Акт.	2	
5.	<p>Тема практического занятия: <b>Строение атома по Бору.</b> <i>Основные вопросы:</i></p>	Акт.	2	

	1. Энергии связи, ионизации, возбуждения в атоме водорода и водородоподобных систем. 2. Магнитные моменты атомов.			
6.	Тема практического занятия: <b>Атом водорода и водородоподобных систем по теории Шредингера.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Волны де-Бройля. 2. Атом водорода по теории Шредингера.	Акт.	2	
7.	Тема практического занятия: <b>Многоэлектронные атомы.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Распределение электронов по энергетическим состояниям в многоэлектронных атомах. 2. Серийные закономерности в характеристических рентгеновских спектрах.	Акт.	2	
8.	Тема практического занятия: <b>Многоэлектронные атомы.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Спектры щелочных металлов. 2. Механический и магнитный моменты многоэлектронного атома.	Акт.	2	
9.	Тема практического занятия: <b>Строение атомного ядра.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Размеры атомных ядер. Плотность ядерного вещества. 2. Дефект массы.	Акт.	2	
10.	Тема практического занятия: <b>Строение атомного ядра.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Энергия связи ядер. 2. Полуэмпирическая формула для энергии связи ядер.	Акт.	2	
11.	Тема практического занятия:	Акт.	2	

	<b>Естественная радиоактивность.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Виды радиоактивного излучения. 2. Закон радиоактивного распада.			
12.	Тема практического занятия: <b>Естественная радиоактивность.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Правила смещения при естественных радиоактивных превращениях. 2. Радиоактивное равновесие.	Акт.	2	
13.	Тема практического занятия: <b>Искусственная радиоактивность.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Искусственные превращения ядер. 2. Радиоактивный $\beta^+$ – распад. $e^-$ – захват.	Акт.	2	
14.	Тема практического занятия: <b>Ядерные реакции.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Поперечное сечение. 2. Энергия ядерных реакций.	Акт.	2	
15.	Тема практического занятия: <b>Ядерные реакции.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Ядерные реакции, вызванные нейтронами. 2. Энергия активации деления ядер.	Акт.	2	
16.	Тема практического занятия: <b>Ядерные и термоядерные реакции.</b> <i>Основные вопросы:</i> 1. Цепная реакция деления ядер . 2. Энергетический эффект термоядерных реакций.	Акт.	2	
	<b>Итого</b>		<b>32</b>	

### 5. 3. Темы семинарских занятий

(не предусмотрены учебным планом)

### 5. 4. Перечень лабораторных работ

№ занятия	Тема лабораторной работы	Форма проведения (актив., интерак.)	Количество часов	
			ОФО	ЗФО
1.	Опыт Франка и Герца.	Акт.	2	
2.	Изучение спектра испускания натриевой лампы.	Акт.	4	
3.	Изучение космического излучения с помощью счётчика Гейгера-Мюллера.	Акт.	4	
	<b>Итого</b>		<b>10</b>	

### 5. 5. Темы индивидуальных занятий

(не предусмотрено учебным планом)

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по данной дисциплине включает такие формы работы как: работа с базовым конспектом; работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу; лабораторная работа, подготовка отчета; подготовка к экзамену.

#### 6.1. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

№	Наименование тем и вопросы, выносимые на самостоятельную работу	Форма СР	Кол-во часов	
			ОФО	ЗФО
1	Строение атома по Резерфорду. Основные вопросы: 1) Дискретное строение вещества. 2) Опыты Резерфорда по рассеянию $\alpha$ -частиц на атомах. 3) Модель атома по Резерфорду и её затруднения.	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу	5	
2	Строение атома по Бору. Основные вопросы:	работа с литературой, чтение	10	

	<p>1) Экспериментально полученные закономерности в спектре атомарного водорода. Серии Бальмера, Лаймана, Пашена. Формула Бальмера. Формула Ридберга.</p> <p>2) Спектральные термы.</p> <p>3) Попытки Бора устранить недостатки модели атома по Резерфорду.</p> <p>4) Дискретность значений энергии атома.</p> <p>5) Экспериментальное подтверждение дискретности значений энергии атома.</p>	дополнительной литературы; подготовка к устному опросу; лабораторная работа, подготовка отчета		
3	<p>Атом водорода и водородоподобные системы по теории Шредингера.</p> <p>Основные вопросы:</p> <p>1) Теория Бора как переходный этап к новой теории свойств микрочастиц.</p> <p>2) Идеи де-Бора о волновых свойствах микрочастиц.</p> <p>3) Экспериментальное подтверждение волновых свойств электрона.</p> <p>4) Статистический смысл волн де-Бройля.</p> <p>5) Соотношения неопределённостей Гейзенберга.</p> <p>6) Стационарное уравнение Шредингера.</p>	<p>работа с литературой, чтение</p> <p>дополнительной литературы; подготовка к устному опросу</p>	12	
4	<p>Многоэлектронные атомы.</p> <p>Основные вопросы:</p>	<p>работа с литературой, чтение</p>	12	

	<p>1) Квантовые числа, необходимые для описания состояния электрона в многоэлектронном атоме.</p> <p>2) Показать, что характеризуют квантовые числа <math>n, l, m_l, m_s</math>.</p> <p>3) Принцип Паули.</p> <p>4) Обозначения электронных оболочек и подоболочек в многоэлектронном атоме.</p> <p>5) Способы представления электронных конфигураций многоэлектронных атомов.</p> <p>6) Характеристическое рентгеновское излучение и экспериментальное обоснование периодической системы элементов Д.И. Менделеева.</p>	дополнительной литературы; подготовка к устному опросу; лабораторная работа, подготовка отчета		
5	<p>Строение атомного ядра.</p> <p>Основные вопросы:</p> <p>1) Зарядовое и массовое числа. Обозначения ядер.</p> <p>2) Изотопы, изобары, изотоны, изомеры.</p> <p>3) Удельная энергия связи нуклонов в ядре.</p> <p>4) Методы измерения массы атомных ядер.</p> <p>5) Зависимость энергии связи стабильных ядер от числа нуклонов в ядре.</p>	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу; лабораторная работа, подготовка отчета	12	
6	<p>Естественная радиоактивность.</p> <p>Основные вопросы:</p> <p>1) Анализ состава радиоактивного излучения.</p> <p>2) Методы наблюдения и регистрации радиоактивного излучения.</p> <p>3) Постоянная распада, период полураспада, связь между ними.</p> <p>4) Радиоактивные семейства.</p> <p>5) Радиоактивный <math>\alpha</math>-распад как туннельный эффект.</p> <p>6) Электронные нейтрино и антинейтрино.</p>	работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу	12	
7	<p>Искусственная радиоактивность.</p> <p>Основные вопросы:</p>	работа с литературой, чтение	10	

	<p>1) Об условия, при котором возможна реализация искусственной радиоактивности.</p> <p>2) Искусственные превращения ядер.</p> <p>3) Радиоактивный <math>\beta^+</math> - распад.</p> <p>4) Экспериментальное доказательство e-захвата.</p> <p>5) Практическое применение искусственной радиоактивности.</p>	дополнительной литературы; подготовка к устному опросу		
8	<p>Ядерные реакции.</p> <p>Основные вопросы:</p> <p>1) О видах взаимодействия нейтронов с веществом при прохождении нейтронов через вещество.</p> <p>2) Ядерные реакции: захвата, с изучением заряженных частиц, с испусканием нейтронов.</p> <p>3) Деление ядер при ядерных реакциях.</p> <p>4) Ядерные реакторы.</p> <p>5) Атомные электростанции.</p> <p>6) Энергетические эффекты термоядерных реакций.</p> <p>7) Об управляемых термоядерных реакциях.</p>	<p>работа с литературой, чтение</p> <p>дополнительной литературы; подготовка к устному опросу</p>	12	
	<b>Итого</b>		<b>85</b>	

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

Дескрипторы	Компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-8</b>		

<b>Знать</b>	роль и место образования в жизни человека и общества в области гуманитарных знаний; естественно-научных знаний; в области нравственного воспитания; историю, теорию, закономерности и принципы построения и функционирования образовательного процесса	устный опрос
<b>Уметь</b>	использовать современные, в том числе интерактивные, формы и методы воспитательной работы в урочной и внеурочной деятельности, дополнительном образовании детей	лабораторная работа, защита отчета
<b>Владеть</b>	методами, формами и средствами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий для реализации проектной деятельности обучающихся, лабораторных экспериментов, экскурсионной работы, полевой практики и т.п.; действиями (навыками) организации различных видов внеурочной деятельности: игровой, учебно-исследовательской, художественно-продуктивной, культурно-досуговой с учетом возможностей образовательной организации, места жительства и историко-культурного своеобразия региона	экзамен

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценочные средства	Уровни сформированности компетенции			
	Компетентность несформирована	Базовый уровень компетентности	Достаточный уровень компетентности	Высокий уровень компетентности
устный опрос	Не раскрыт полностью ни один вопросов	Вопросы раскрыты с замечаниями, однако логика соблюдена	Вопросы раскрыты с несущественными замечаниями	Вопросы полностью раскрыты



лабораторная работа, защита отчета	Не выполнена или выполнена с грубыми нарушениями, выводы не соответствуют цели работы	Выполнена частично или с нарушениями, выводы не соответствуют цели	Работа выполнена полностью, отмечаются несущественные недостатки в оформлении	Работа выполнена полностью, оформлена по требованиям
экзамен	Не раскрыт полностью ни один теоретический вопрос, практическое задание не выполнено, или выполнено с грубыми ошибками	Теоретический вопросы раскрыты с замечаниями, однако логика соблюдена. Практическое задание выполнено, но с замечаниями: намечен ход выполнения, однако не полностью раскрыты возможности выполнения	Теоретические вопросы раскрыты полностью с несущественными замечаниями. Уверенно преподносится материал, грамотно и по существу излагается	Полностью раскрыты все вопросы. Глубоко и прочно усвоен программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагается материал

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **7.3.1. Примерные вопросы для устного опроса**

1. Каким образом Резерфорду удалось установить, что положительный заряд атома сконцентрирован в малой его части, имеющей линейные размеры порядка  $10^{-15}$  м?
2. Сформулируйте теорему Ирншоу.
3. Каким образом Резерфорду удалось добиться механической устойчивости ядерной модели атома?
4. В чём заключается электродинамическая неустойчивость ядерной модели атома?
5. Каким образом Н. Бору удалось добиться электродинамической устойчивости ядерной модели атома?
6. Линии какой серии в спектре излучения атомарного водорода можно видеть визуально?
7. какой смысл имеют величины  $n$  и  $k$  в формуле Ридберга  $1/\lambda = R \cdot ((1/n^2) - (1/k^2))$ ?
8. С какой целью были поставлены опыты Франка и Герца?

9. Что называется граничной длиной волны спектральной серии в боровской теории атома?
10. Что называется энергией ионизации атома?

### 7.3.2. Примерные вопросы к защите лабораторных работ

1. Ядерная модель атома. Постулаты Бора.
2. Принципиальная схема экспериментальной установки Франка и Герца.
3. С какой целью создаётся небольшая задерживающая разность потенциалов между сеткой и анодом в установке Франка и Герца?
4. Нарисуйте график зависимости тока от ускоряющей разности потенциалов в опыте Франка и Герца и объясните ход кривой на этом графике.
5. Как можно доказать правильность второго постулата (условие частоты) Бора?
6. Можно ли представить атом №а как водородоподобную систему (ВПС)? В чём отличие такой ВПС от одноэлектронной ВПС?
7. Нарисуйте диаграммы уравнений энергии атомарного водорода и атомов №а (без учёта тонкой структуры). В чём сходство и различие этих диаграмм?
8. Что называется спиновым квантовым числом электрона и какое значение это число принимает?
9. Что называется внутренним квантовым числом  $j$  и какие значения это число принимает в случае атомов №а?
10. Нарисуйте диаграмму уровней энергии атомов №а с учётом тонкой структуры и объясните расщепление жёлтой D-линии №а на две составляющие.

### 7.3.3. Вопросы к экзамену

1. Столкновения  $\alpha$ -частиц с атомами.
2. Определение величины заряда атомного ядра из данных по рассеянию  $\alpha$ -частиц.
3. Ядерная модель атома по Резерфорду и её затруднения.
4. Сериальные закономерности в спектре излучения атомарного водорода. Спектральные термы. Комбинационный принцип Ритца.
5. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца.
6. Вывод формулы для энергии стационарных состояний атомарного водорода по теории Бора.
7. Вывод формулы для энергии стационарных состояний водородоподобных систем по теории Бора.
8. Вывод формулы для энергии Ридберга по теории Бора.
9. Диаграмма уровней энергии и сериальные закономерности в спектре излучения атомарного водорода.
10. Вывод формулы для энергии ионизации атомарного водорода и водородоподобных систем.

11. Вывод формулы для энергии возбуждения атомарного водорода и водородоподобных систем.
12. Пространственное квантование. Магнитные моменты атомов.
13. Волны де-Бройля. Статистический смысл и свойства волн де-Бройля.
14. Временное и стационарное уравнение Шредингера.
15. Полная система квантовых чисел. Внутреннее квантовое число.
16. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по энергетическим состояниям.
17. Электронная конфигурация многоэлектронных атомов.
18. Характеристическое рентгеновское излучение.
19. Закон Мозли. Диаграммы Мозли. Экспериментальное обоснование Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
20. Спектры щелочных металлов.
21. Мультиплетность спектров и спин электрона.
22. Механический момент многоэлектронного атома.
23. Магнитный момент многоэлектронного атома.
24. Состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Размеры атомных ядер. Плотность ядерного вещества.
25. Изотопы, изобары, изотоны, изомеры. Некоторые закономерности, наблюдаемые среди изотопов.
26. Дефект массы. Энергия связи ядра. Удельная энергия связи нуклонов в ядре.
27. Ядерные силы. Свойства ядерных сил.
28. Модели атомных ядер.
29. Связь между зарядом ядра и общим числом частиц в устойчивых ядрах.
30. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
31. Правила смещения при естественных радиоактивных превращениях.
32. Радиоактивное равновесие. Единицы радиоактивности.
33. Закономерности  $\alpha$ -распада.
34. Закономерности  $\beta$ -распада. Нейтрино и его свойства.
35. Атомное ядро как квантовая система. Радиоактивность нейтрона.
36. Искусственные превращения ядер. Первые ядерные реакции. Открытие протона и нейтрона.
37. Искусственная радиоактивность.  $\beta^+$  - распад.
38. Искусственная радиоактивность.  $e$ -захват. Экспериментальное доказательство  $e$ -захвата.
39. Составное ядро.
40. Ядерные реакции. Типы ядерных реакций.
41. Энергия ядерных реакций.
42. Поперечное сечение ядерной реакции.
43. Прохождение нейтронов через вещество.
44. Ядерные реакции, вызываемые нейтронами.

45. Деление ядер. Энергия, выделяющаяся при делении ядер.

46. Энергия активации деления ядер. Спонтанное деление ядер. Особенности деления изотопов урана.

47. Цепная реакция деления ядер.

48. Термоядерные реакции.

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

##### 7.4.1. Оценивание устного опроса

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота и правильность ответа	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный
Степень осознанности, понимания изученного	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Языковое оформление ответа	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи

##### 7.4.2. Оценивание лабораторных работ

Критерий оценивания	Уровни формирования компетенций		
	Базовый	Достаточный	Высокий
Выполнение и оформление лабораторной работы	Работа выполнена частично или с нарушениями, выводы частично не соответствуют цели, оформление содержит недостатки	Лабораторная работа выполнена полностью, отмечаются несущественные недостатки в оформлении	Лабораторная работа выполнена полностью, оформлена согласно требованиям
Качество ответов на вопросы во время защиты работы	Вопросы для защиты раскрыты не полностью, однако логика соблюдена	Вопросы раскрыты, однако имеются замечания	Ответы полностью раскрывают вопросы

##### 7.4.3. Оценивание экзамена

Критерий	Уровни формирования компетенций
----------	---------------------------------

оценивания	Базовый	Достаточный	Высокий
Полнота ответа, последовательность и логика изложения	Ответ полный, но есть замечания, не более 3	Ответ полный, последовательный, но есть замечания, не более 2	Ответ полный, последовательный, логичный
Правильность ответа, его соответствие рабочей программе учебной дисциплины	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 3	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины, но есть замечания, не более 2	Ответ соответствует рабочей программе учебной дисциплины
Способность студента аргументировать свой ответ и приводить примеры	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 3 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены, но есть не более 2 несоответствий	Ответ аргументирован, примеры приведены
Осознанность излагаемого материала	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 3 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно, но есть не более 2 несоответствий	Материал усвоен и излагается осознанно
Соответствие нормам культуры речи	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 4	Речь, в целом, грамотная, соблюдены нормы культуры речи, но есть замечания, не более 2	Речь грамотная, соблюдены нормы культуры речи
Качество ответов на вопросы	Есть замечания к ответам, не более 3	В целом, ответы раскрывают суть вопроса	На все вопросы получены исчерпывающие ответы

### 7.5. Итоговая рейтинговая оценка текущей и промежуточной аттестации студента по дисциплине

По учебной дисциплине «Атомная и ядерная физика» используется 4-балльная система оценивания, итог оценивания уровня знаний обучающихся предусматривает экзамен. В зачетно-экзаменационную ведомость вносится оценка по четырехбалльной системе. Обучающийся, выполнивший не менее 60 % учебных поручений, предусмотренных учебным планом и РПД, допускается к экзамену. Наличие невыполненных учебных поручений может быть основанием для дополнительных вопросов по дисциплине в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся, получивший не менее 3 баллов на экзамене, считается

#### *Шкала оценивания текущей и промежуточной аттестации студента*

Уровни формирования компетенции	Оценка по четырехбалльной шкале
	для экзамена
Высокий	отлично
Достаточный	хорошо
Базовый	удовлетворительно
Компетенция не сформирована	неудовлетворительно

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

### Основная литература.

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
1.	Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Введение в атомную физику — 2010. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1005-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/442">https://e.lanbook.com/book/442</a> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Учебники	<a href="https://e.lanbook.com/book/442">https://e.lanbook.com/book/442</a>
2.	Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 6-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома — 2010. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/443">https://e.lanbook.com/book/443</a> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Учебники	<a href="https://e.lanbook.com/book/443">https://e.lanbook.com/book/443</a>
3.	Будкер, Д. Атомная физика : учебное пособие / Д. Будкер, Д. Кимбелл, Д. ДеМилль ; под редакцией Е. Б. Александрова ; перевод с английского Е. Б. Александрова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 396 с. — ISBN 978-5-9221-1083-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/48253">https://e.lanbook.com/book/48253</a> (дата обращения: 28.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Учебные пособия	<a href="https://e.lanbook.com/book/48253">https://e.lanbook.com/book/48253</a>

### Дополнительная литература.

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-метод пособие, др.)	Кол-во в библи.
-------	----------------------------	--	-----------------

1.	Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-4254-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/117716">https://e.lanbook.com/book/117716</a> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Учебные пособия	<a href="https://e.lanbook.com/book/117716">https://e.lanbook.com/book/117716</a>
2.	Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2011. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/708">https://e.lanbook.com/book/708</a> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Учебные пособия	<a href="https://e.lanbook.com/book/708">https://e.lanbook.com/book/708</a>
3.	Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика : учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин ; под редакцией Н. П. Калашникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1651-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/49468">https://e.lanbook.com/book/49468</a> (дата обращения: 28.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Учебные пособия	<a href="https://e.lanbook.com/book/49468">https://e.lanbook.com/book/49468</a>

### 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1.Поисковые системы: <http://www.rambler.ru>, <http://yandex.ru>,
- 2.Федеральный образовательный портал [www.edu.ru](http://www.edu.ru).
- 3.Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/ru>
- 4.Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://gpntb.ru>.

5. Государственное бюджетное учреждение культуры Республики Крым «Крымская республиканская универсальная научная библиотека»
6. Педагогическая библиотека <http://www.pedlib.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (РИНЦ)

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **Общие рекомендации по самостоятельной работе бакалавров**

Подготовка современного бакалавра предполагает, что в стенах университета он овладеет методологией самообразования, самовоспитания, самосовершенствования. Это определяет важность активизации его

Самостоятельная работа формирует творческую активность бакалавров, представление о своих научных и социальных возможностях, способность вычленять главное, совершенствует приемы обобщенного мышления, предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем, определенных

Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются: самоподготовка по отдельным вопросам; работа с базовым конспектом; работа с литературой, чтение дополнительной литературы; подготовка к устному опросу; лабораторная работа, подготовка отчета; подготовка

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной литературы. Основная функция учебников – ориентировать в системе тех знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими специалистами. Учебник также служит путеводителем по многочисленным произведениям, ориентируя в именах авторов, специализирующихся на определённых научных направлениях, в названиях их основных трудов. Вторая функция учебника в том, что он очерчивает некий круг обязательных знаний по предмету, не претендуя на глубокое их раскрытие.

Чтение рекомендованной литературы – это та главная часть системы самостоятельной учебы бакалавра, которая обеспечивает подлинное усвоение науки. Читать эту литературу нужно по принципу: «идея, теория, метод в одной, в другой и т.д. книгах».

Во всех случаях рекомендуется рассмотрение теоретических вопросов не менее чем по трем источникам. Изучение проблемы по разным источникам – залог глубокого усвоения науки. Именно этот блок, наряду с выполнением практических заданий является ведущим в структуре самостоятельной работы

Вниманию бакалавров предлагаются список литературы, вопросы к самостоятельному изучению и вопросы к экзамену.

Для успешного овладения дисциплиной необходимо выполнять следующие требования:



- 1) выполнять все определенные программой виды работ;
- 2) посещать занятия, т.к. весь тематический материал взаимосвязан между собой и, зачастую, самостоятельного теоретического овладения пропущенным материалом недостаточно для качественного его усвоения;
- 3) все рассматриваемые на занятиях вопросы обязательно фиксировать в отдельную тетрадь и сохранять её до окончания обучения в вузе;
- 4) проявлять активность при подготовке и на занятиях, т.к. конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому
- 5) в случаях пропуска занятий по каким-либо причинам обязательно отрабатывать пропущенное преподавателю во время индивидуальных консультаций.

Внеурочная деятельность бакалавра по данной дисциплине предполагает:

- самостоятельный поиск ответов и необходимой информации по предложенным вопросам;
- выполнение практических заданий;
- выработку умений научной организации труда.

Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у бакалавра умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий. Объём заданий рассчитан максимально на 2-3 часа в неделю. При этом алгоритм подготовки будет

- 1 этап – поиск в литературе теоретической информации по предложенным преподавателем вопросам;

- 2 этап – осмысление полученной информации, освоение терминов и понятий;
- 3 этап – составление плана ответа на каждый вопрос;
- 4 этап – поиск примеров по данной проблематике.

### **Работа с базовым конспектом**

Программой дисциплины предусмотрено чтение лекций в различных формах их проведения: проблемные лекции с элементами эвристической беседы, информационные лекции, лекции с опорным конспектированием, лекции-

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту

Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям.

Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Все такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на практическом занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по дисциплине приведен в рабочей программе дисциплины.

### **Лабораторная работа, подготовка отчета**

Лабораторная работа – небольшой научный отчет, обобщающий проведенную обучающимся работу, которую представляют для защиты для защиты

К лабораторным работам предъявляется ряд требований, основным из которых является полное, исчерпывающее описание всей проделанной работы, позволяющее судить о полученных результатах, степени выполнения заданий и профессиональной подготовке бакалавров.

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- титульный лист;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание экспериментальной установки и методики эксперимента;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

**Титульный лист** является первой страницей любой научной работы и для конкретного вида работы заполняется по определенным правилам.

Для лабораторной работы титульный лист оформляется следующим образом.

В верхнем поле листа указывают полное наименование учебного заведения и кафедры, на которой выполнялась данная работа.

В среднем поле указывается вид работы, в данном случае лабораторная работа с указанием курса, по которому она выполнена, и ниже ее название. Название лабораторной работы приводится без слова тема и в кавычки не заключается.

Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы, курс и группу учащегося, выполнившего работу, а также фамилию, инициалы, ученую степень и должность преподавателя, принявшего работу.

В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова год).

**Цель работы** должна отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему цель работы в зависимости от сложности и многозадачности работы составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

**Краткие теоретические сведения.** В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемого в работе явления или процесса, приводятся также необходимые расчетные формулы.

Материал раздела не должен копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме, а ограничивается изложением основных понятий и законов, расчетных формул, таблиц, требующихся для дальнейшей обработки полученных экспериментальных результатов.

Объем литературного обзора не должен превышать 1/3 части всего отчета.

#### **Описание экспериментальной установки и методики эксперимента.**

В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается методика проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки.

Если используются стандартные пакеты компьютерных программ для обработки экспериментальных результатов, то необходимо обосновать возможность и целесообразность их применения, а также подробности обработки данных с их помощью.

Для лабораторных работ, связанных с компьютерным моделированием физических явлений и процессов, необходимо в этом разделе описать математическую модель и компьютерные программы, моделирующие данные

#### **Экспериментальные результаты.**

В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ: экспериментально или в результате компьютерного моделирования определенные значения величин, графики, таблицы, диаграммы. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.

#### **Анализ результатов работы.**

Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов.

Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих

**Выводы.** В выводах кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

Отчет по лабораторной работе оформляется на писчей бумаге стандартного формата А4 на одной стороне листа, которые сшиваются в скоросшивателе или переплетаются.

Допускается оформление отчета по лабораторной работе только в электронном виде средствами Microsoft Office: текст выравнивать по ширине, междустрочный интервал -полтора, шрифт –Times New Roman (14 пт.), параметры полей – нижнее и верхнее – 20 мм, левое – 30, а правое –10 мм, а отступ абзаца – 1,25 см.

### **Подготовка к устному опросу**

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки устных ответов студентов:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

### **Подготовка к экзамену**

Экзамен является традиционной формой проверки знаний, умений, компетенций, сформированных у студентов в процессе освоения всего содержания изучаемой дисциплины. В случае проведения экзамена студент получает баллы, отражающие уровень его знаний.

Правила подготовки к экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам.
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных

– Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные

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

Информационные технологии применяются в следующих направлениях:  
оформление письменных работ выполняется с использованием текстового демонстрация компьютерных материалов с использованием мультимедийных технологий;

использование информационно-справочного обеспечения, такого как: онлайн словари, справочники (Грамота.ру, Интуит.ру, Википедия и др.), научные использование специализированных справочных систем (электронных учебников, справочников, коллекций иллюстраций и фотоизображений, фотобанков, профессиональных социальных сетей и др.).

OpenOffice Ссылка: <http://www.openoffice.org/ru/>

Mozilla Firefox Ссылка: <https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/>

Libre Office Ссылка: <https://ru.libreoffice.org/>

Do PDF Ссылка: <http://www.dopdf.com/ru/>

7-zip Ссылка: <https://www.7-zip.org/>

Free Commander Ссылка: <https://freecommander.com/ru>

be Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>попо

Gimp (графический редактор) Ссылка: <https://www.gimp.org/>

ImageMagick (графический редактор) Ссылка:

VirtualBox Ссылка: <https://www.virtualbox.org/>

Adobe Reader Ссылка: <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html>

Операционная система Windows 8.1 Лицензионная версия по договору №471\1 от 11.12.2014 г.

Электронно-библиотечная система Библиокомплектатор

Национальна электронная библиотека - федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека» (ФГБУ «РГБ»)

Редакция Базы данных «ПОЛПРЕД Справочники»

Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

- компьютерный класс и доступ к сети Интернет (во время самостоятельной подготовки) (должен быть приложен график занятости компьютерного класса);
- проектор, совмещенный с ноутбуком для проведения лекционных занятий преподавателем и презентации студентами результатов работы
- раздаточный материал для проведения групповой работы;
- для проведения лекционных и лабораторных занятий необходима специализированная аудитория – лаборатория физики, оснащенная интерактивной доской, необходимыми наглядными пособиями и лабораторным оборудованием.