

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА  
Должность: РЕКТОР  
Дата подписания: 24.04.2023 15:51:29  
Уникальный программный ключ:  
9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ЮУрГПУ»)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Рабочая программа дисциплины составлена на основе единых подходов к структуре и содержанию программ высшего педагогического образования («Ядро высшего педагогического образования»)

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.0.07.15	Теоретическая физика

Код направления подготовки	44.03.05
Направление подготовки	Педагогическое образование ( с двумя профилями подготовки)
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Физика. Математика
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная

Разработчики:

должность	учёная степень, звание	подпись	ФИО
Доцент кафедры ФиМОФ	Кандидат физ.-мат. наук, доцент		Свирская Л.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (структурного подразделения)

Кафедра	Заведующий кафедрой	Номер протокола	Дата протокола	Подпись
ФиМОФ	Шефер О.Р.	6	17.03.2022	

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	3
2	ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	5
3	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4	ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	11
5	ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ.....	30

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Дисциплина «Теоретическая физика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки/специальности 44.03.05 «Педагогическое образование» (уровень образования бакалавриат), направленность/профиль «Физика. Математика». Дисциплина является обязательной к изучению.

1.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет 19 зачетных единиц, 684 академических часа.

1.3 Изучение дисциплины «Теоретическая физика» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: Математический анализ, Алгебра, Геометрия, Общая и экспериментальная физика, Методы математической физики.

1.4 Каждый раздел дисциплины «Теоретическая физика» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения последующих разделов данного курса, а также следующих дисциплин: Экспериментальная физика, История физики, Методика обучения физике, для проведения следующих практик: учебная практика (научно-исследовательская работа), производственная практика (научно-исследовательская работа), производственная (педагогическая) практика (физика и математика), учебная практика (технологии формирования физических понятий).

1.5 Цель изучения дисциплины: формирование базовой профессиональной подготовки в области физики, формирование целостных представлений о современной физической картине мира и компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, овладение основами физики как фундаментальной науки.

1.6 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Таблица 1**

Код и наименование компетенции по ФГОС	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2 Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3 Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.
ПК-1 способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1 Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ПК-1.2 Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ПК-1.3 Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

Таблица 2

Код компетенции	Образовательные результаты по дисциплине		
	Знать	Уметь	Владеть
<b>УК-1</b>	структуре, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета): фундаментальные основы теоретической физики; структурные элементы, входящие в систему познания предметной области «теоретическая физика»; основные этапы развития теоретической физики, актуальные проблемы и тенденции современного развития теоретической физики	применять логические формы и процедуры, проявлять способность к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности; излагать и критически анализировать базовую информацию по теоретической физике; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями теоретической физики; анализировать основные проблемы теоретической физики и формулировать собственную позицию по спорным вопросам; представлять физическую информации различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, алгоритмической); применять математические методы теоретической физики для решения конкретных задач	навыками грамотного использования научного языка теоретической физики; способами совершенствования профессиональных знаний и умений путём использования информационной среды; навыками устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи теоретической физики со смежными научными областями. навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации в области теоретической физики; культурой научного мышления, позволяющей отсеивать и опровергать псевдонаучные теории, публикуемые в Интернете
<b>ПК-1</b>	фундаментальные понятия и законы теоретической физики, экспериментальные основания физических теорий, применение физических теорий в смежных дисциплинах естественнонаучного содержания	применять знание основ теоретической физики для отбора учебного материала и повышения его качества	навыками применять математические методы теоретической физики для разработки компьютерных демонстраций различных физических явлений

**2 ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Таблица 3**

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
		Л	ЛЗ		ПЗ		СРС	
1 Раздел 1 Классическая механика								
	Кинематика. Основы динамики Ньютона. Динамика частицы. Динамика системы частиц. Основы аналитической механики. Некоторые задачи классической механики: одномерное движение, малые колебания, задача двух тел, частица в центрально-симметричном поле, задача Кеплера, столкновение частиц, рассеяние частиц. Основы специальной теории относительности (переносится в дисциплину «Специальная теория относительности»)	48	32				100	180
<b>Форма промежуточной аттестации</b>		<b>Зачёт</b>						
<b>2 Раздел 2 Классическая электродинамика</b>								
	Электрический заряд и электромагнитное поле в вакууме. Электродинамика сплошных сред. Электростатика. Магнитостатика. Квазистационарное приближение. Излучение и распространение электромагнитных волн. Релятивистская электродинамика (переносится в дисциплину «Специальная теория относительности»)	20	16				36	72
<b>Форма промежуточной аттестации</b>		<b>Зачёт с оценкой</b>						

<b>3</b>	<b>Раздел 3 Квантовая механика</b>							
	Основные положения и математический аппарат квантовой теории. Динамические уравнения и законы сохранения. Одномерное движение. Квантовая частица в центрально-симметричном поле. Теория возмущений. Элементы теории излучения. Спин электрона. Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы и молекулы. Квантование электромагнитного поля	28	20		6		54	108
	<b>Форма промежуточной аттестации</b> <b>Зачёт с оценкой</b>							
<b>4</b>	<b>Раздел 4 Статистическая физика и термодинамика</b>							
	Основные положения статистической физики. Статистическая термодинамика. Статистическое распределение для системы в термостате. Основные применения распределения Гиббса. Квантовые статистики идеального газа. Равновесие фаз и фазовые переходы. Элементы теории флуктуаций. Основы теории неравновесных процессов	32	22				54	144
	<b>Форма промежуточной аттестации</b> <b>Экзамен</b>							
<b>5</b>	<b>Раздел 5 Физика твердого тела (Электронная теория вещества)</b>							
	Конденсированное состояние вещества. Теория кристаллической решетки. Динамика кристаллической решетки. Зонная теория кристаллов. Статистика носителей зарядов. Поляризация диэлектриков. Магнитное упорядочение. Сверхпроводимость.	30	6				36	72
	<b>Форма промежуточной аттестации</b> <b>Зачёт</b>							
	<b>Раздел 6 Физика ядра и элементарных частиц</b>							
	Фундаментальные частицы и фундаментальные взаимодействия. Свойства стабильных ядер и нуклонов, методы их исследования. Ядерные силы и их основные	32	22				54	108

	свойства. Радиоактивные превращения ядер. Модели атомного ядра. Ядерные превращения и взаимодействия. Элементарные частицы. Методы обнаружение новых элементарных частиц. Адроны и лептоны. Кварки. Симметрии и спонтанное нарушение симметрии. Электрослабая теория. Объединение фундаментальных взаимодействия. Основы физической стандартной модели.							
	<b>Форма промежуточной аттестации</b>							
	<b>ИТОГО</b>	<b>190</b>	<b>118</b>		<b>6</b>		<b>334</b>	<b>684</b>

### 3 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)
<b>1. Основная литература</b>	
1.	Бутенин Н.В. Курс теоретической механики / Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. – Спб: Лань, 2022. – 737 с.
2.	Жирнов Н.И. Классическая механика / Н.И. Жирнов. - Учеб. пособие для студентов физ.-мат. факультетов педагогических институтов. —М.: Просвещение, 1980.—303 с.
3.	Мултановский В. В. Курс теоретической физики. Т.1. Классическая механика / В.В. Мултановский. – М.: Дрофа, 2008. – 384 с.
4.	Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике / И.В. Мещерский. – Спб, Лань, 2005. – 448 с.
5.	Власов А.А. Макроскопическая электродинамика / А.А. Власов.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.— 236 с.
6.	Мултановский В.В. Курс теоретической физики. Т. 2. Классическая электродинамика / В.В. Мултановский. – М.: Просвещение, 1990. – 272 с.
7.	Горяинова С.М. Электродинамика. Курс лекций: в 2 ч. Ч. I / С.М. Горяинова, Л.М. Свирская; под ред. Л.М. Свирской. – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2019. – 207 с. <a href="http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/6959">http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/6959</a>
8.	Горяинова С.М. Электродинамика. Курс лекций: в 2 ч. Ч. II / С.М. Горяинова, Л.М. Свирская; под ред. Л.М. Свирской. – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2019. – 213 с. <a href="http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/8554">URI http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/8554</a>
9.	Матвеев А.Н. Электродинамика и теория относительности / А.Н. Матвеев. - М.: Высшая школа, 1980. – 424 с.
10.	Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики: учебное пособие / Д. И. Блохинцев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 672 с.
11.	Мултановский В.В. Курс теоретической физики. Т. 3. Квантовая механика / В.В. Мултановский, А.С. Василевский. - Дрофа, 2007. – 400 с.
12.	Свирская, Л.М. Квантовая механика. Курс лекций в 2 ч. Часть 1 / Л.М. Свирская. – Челябинск : Изд-во Юж.-Урал. гос. гуманитар.-пед. ун-та, 2018. – 270 с. <a href="http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/4885">http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/4885</a>
13.	Свирская, Л.М. Квантовая механика. Курс лекций в 2 ч. Часть 2 / Л.М. Свирская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2018. – 184 с. <a href="http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/4884">http://elib.csru.ru/xmlui/handle/123456789/4884</a>
14.	Шпольский Э.В. Атомная физика. В двух томах / Э.В. Шпольский. — Санкт-Петербург : Лань, 2010.
15.	Василевский А.С. Термодинамика и статистическая физика / А.С. Василевский. – М.: Дрофа, 2006. – 240 с.
16.	Московский С. Б. Курс статистической физики и термодинамики: учебник для вузов / С. Б. Московский. — Москва : Академический Проект, Фонд «Мир», 2015. — 317 с.
17.	Базаров И.П. Термодинамика. – СПб: Лань, 2010. – 384 с.
18.	Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978 – 788 с.
19.	Павлов Н.В. Физика твердого тела. Изд. стереотип. / Н.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. – М.: URSS. – 2020. – 496 с.
20.	Свирский М.С. Электронная теория вещества. М.: Просвещение, 1980. – 288 с.

21.	Серова Ф.Г., Янкина А.А. Сборник задач по теоретической физике (Электронная теория вещества). М.: Просвещение, 1988. – 192 с.
22.	Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Капитонов И.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 512 с.
23.	Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Просвещение, 1984. – 384 с.
24.	Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика в 3-х томах. Спб.: Лань, 2021.
25.	Свирская Л.М. Изучение физики элементарных частиц. Методические рекомендации. – ЮУрГГПУ, 2021. – 99 с. URI <a href="http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/10751">http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/10751</a>
26.	Широков Ю.М. Ядерная физика / Ю.М. Широков, Н.П. Юдин. – М.: Наука, 1980. – 728 с.

## 2. Дополнительная литература

1.	Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Том I. Механика [Текст]: учебное пособие для вузов / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 224 с.
2.	Ландау Л.Д. Курс теоретической физики. Том 2. Теория поля: учебное пособие/ Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 536 с.
3.	Пановский В. Классическая электродинамика / В. Пановский, М. Филиппс. – М.: Физматгиз, 1963.— 432 с.
4.	Тамм И.Е. Основы теории электричества / И.Е. Тамм. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 616 с.
5.	Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. В 10 томах Том 3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016. – 800 с.
6.	Демидович Б.П. Математические основы квантовой механики: учеб. Пособие / Б.П. Демидович . – СПб.: Лань, 2005. – 200 с.
7.	Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики / П.А.М. Дирак. – М.: Наука, 1979. – 480 с.
8.	Соколов А.А. Квантовая механика / А.А. Соколов, И.М. Тернов, В.Ч. Жуковский. – М.: Наука, 1979. – 528 с.
9.	Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика. Часть 1 / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 616 с.
10.	Базаров И.П. Термодинамика и статистическая физика / И.П. Базаров, Э.В. Геворкян, П.Н. Николаев— М.: МГУ, 1986. – 310 с.
11.	Бояркин О.М. Введение в физику элементарных частиц / О.М. Бояркин. – М.: КомКнига, 2010. – 264 с.
12.	Окунь Л.Б. Элементарное введение в физику элементарных частиц / Окунь Л.Б.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 128 с.

## 3.2 Электронная учебно-методическая литература

№ п/п	Наименование	Ссылка на информационный ресурс
1.	Теоретическая механика. Основы теории, сквозные задачи, алгоритмы решения задач с комментариями, примерами визуализацией, математика: учебное пособие / А. Э. Джашитов, В. О. Горбачев, И. В. Злобина [и др.]. — Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2021. — 480 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/122640.html">https://www.iprbookshop.ru/122640.html</a>

	SMART : [сайт].	
2.	Маркеев А. П. Теоретическая механика / А. П. Маркеев. — 4-е изд. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 592 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/92003.html">https://www.iprbookshop.ru/92003.html</a>
3.	Шинкин В. Н. Теоретическая механика: динамика и аналитическая механика. Курс лекций / В. Н. Шинкин. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2011. — 206 с. Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/56205.html">https://www.iprbookshop.ru/56205.html</a>
4.	Шинкина Я.С. Методика изучения аналитической механики в курсе теоретической физики педагогического университета / Я.С. Шинкина, Л.М. Свирская. — ЭБС ЮУрГГПУ, 2017. <a href="http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1711">http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1711</a>	<a href="http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1711">http://elib.cspu.ru/xmlui/handle/123456789/1711</a>
5.	Балашов В. В. Курс квантовой механики / В. В. Балашов, В. К. Долинов. — 2-е изд. — Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2019. — 336 с: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/91940.html">https://www.iprbookshop.ru/91940.html</a>
6.	Байков Ю. А. Квантовая механика: учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. —Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 292 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/24137.html">http://www.iprbookshop.ru/24137.html</a>
7.	Статистическая физика. Часть 1. Термодинамика: учебно-методическое пособие / составители Е. Е. Горбенко [и др.]. — Луганск: Книта, 2021. — 84 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/111212.html">https://www.iprbookshop.ru/111212.html</a>
8.	Статистическая физика. Часть 2. Статистическая физика равновесных состояний : учебно-методическое пособие / составители Е. Е. Горбенко [и др.]. — Луганск: Книта, 2021. — 177 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/111213.html">https://www.iprbookshop.ru/111213.html</a>
9.	Квасников И.А. Курс термодинамики и статистической физики в 3-х томах, удостоенный Ломоносовской премии. 2 издание / И.А. Квасников. - 2002.	<a href="http://www.ph4s.ru/book_ph_statistich.html">http://www.ph4s.ru/book_ph_statistich.html</a>
10.	Базаров И.П. Термодинамика. – СПб: Лань, 2010. – 384 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/542">https://e.lanbook.com/book/542</a>
11.	Сорокин, А. Н. Физика твердого тела: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Педагогическое образование», профили «Физика», «Математика и физика», «Информатика и физика» / А. Н. Сорокин. — Саратов : Издательство Саратовского университета, 2022. — 60 с.— Текст :	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/122850.html">https://www.iprbookshop.ru/122850.html</a>

	электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт].	
12.	Физика конденсированного состояния: основные свойства твердых тел: учебно-методическое пособие / Т. И. Касаткина, Т. Л. Тураева, О. В. Стогней, Т. В. Дубовицкая. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 193 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/127250.html">https://www.iprbookshop.ru/127250.html</a>
13.	Михайлов М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1: учебное пособие / М. А. Михайлов. — Москва: Прометей, 2011. — 94 с.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/8306.html">http://www.iprbookshop.ru/8306.html</a>
14.	Михайлов М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы: учебное пособие / М. А. Михайлов. — Москва: Прометей, 2013. — 28 с.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/58212.html">http://www.iprbookshop.ru/58212.html</a>
15.	Сафаров Р.Х. Физика атомного ядра и элементарных частиц: С 21 учебное пособие для студентов педагогических вузов. - Казань: РИЦ «Школа», 2008.—280 с.	<a href="https://kpfu.ru/docs/F421475575/Uchebni_k.po.YaF.pdf">https://kpfu.ru/docs/F421475575/Uchebni_k.po.YaF.pdf</a>
16.	Рудницкая Т.Г. Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия / Т.Г. Рудницкая, Ю.А. Изюмов. — Екатеринбург: УРО РАН, 2010. – 348 с.	<a href="http://www.imp.uran.ru/sites/default/files/mono/files/izyumov.pdf">http://www.imp.uran.ru/sites/default/files/mono/files/izyumov.pdf</a>

### 3.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Вид базы данных	Наименование базы данных
1.	База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

## 4 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 16.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 4.1.1. Текущий контроль

№ п/п	Наименование оценочного средства Содержание оценочного средства	Код компетенции, индикатора
Раздел 1 Классическая механика		
	Коллоквиумы: 1) Кинематика. Динамика Ньютона. 2) Точно решаемые задачи. Движение в поле центральных сил. 3) Аналитическая механика.	УК-1, ПК-1
	Проверка решения домашних задач	УК-1, ПК-1
	Контрольная работа	УК-1, ПК-1

Раздел 2 Классическая электродинамика		
	Коллоквиумы: 1) Основы феноменологической электродинамики. 2) Электростатика, магнитостатика, квазистационарные поля. 3) Переменное электромагнитное поле.	УК-1, ПК-1
	Проверочные работы	ПК-1
	Проверка решения домашних задач	ПК-1
	Реферат «Магнетики»	УК-1, ПК-1
	Контрольная работа	УК-1, ПК-1
Раздел 3 Квантовая механика		
	Коллоквиумы: 1) Экспериментальные основы и математический аппарат квантовой механики. 2) Точно решаемые квантово-механические задачи. Одномерное движение. Движение в поле центральных сил. 3) Теория возмущений. Спин и системы тождественных частиц.	УК-1, ПК-1
	Система самостоятельных работ по каждой теме курса	ПК-1
	Контрольная работа	УК-1, ПК-1
Раздел 4 Статистическая физика и термодинамика		
	Коллоквиумы: 1) Равновесные статистические распределения. Статистика идеальных газов. 2) Законы термодинамики и их статистическое обоснование. Термодинамические потенциалы. 3) Фазовые переходы. Вырожденные ферми- и бозе-газы.	УК-1, ПК-1
	Контрольная работа	УК-1, ПК-1
Раздел 5 Физика твёрдого тела (Электронная теория вещества)		
	Система самостоятельных работ по каждой теме курса	ПК-1
	Контрольная работа	УК-1, ПК-1
Раздел 6 Физика ядра и элементарных частиц		
	Система самостоятельных работ по каждой теме курса	ПК-1
	Коллоквиум	УК-1, ПК-1
	Контрольная работа	УК-1, ПК-1

### 16.1.2 Типовые контрольные задания или иные материалы для текущего контроля

#### Классическая механика

#### Контрольная работа

##### I. Проверка знания терминологического минимума:

кориолисово ускорение;

момент инерции;

момент силы;

переносная скорость;

центральная сила;

центр масс;

принцип виртуальных перемещений;

скобки Пуассона;

теорема Нётер;

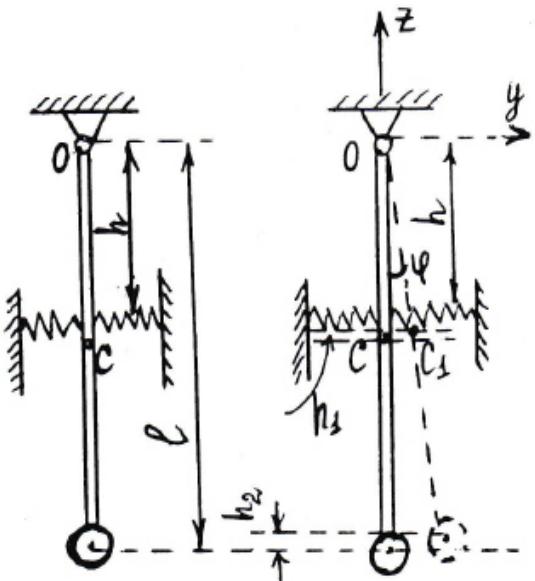
функция Гамильтона.

### II. Задача 1.

Тяжёлая точка поднимается по негладкой наклонной плоскости, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом. В начальный момент скорость точки равнялась  $v_0 = 15 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения  $f=0,1$ . Какой путь пройдёт точка до остановки? За какое время точка пройдёт этот путь?

### III. Задача 2.

На конце тонкого однородного стержня длиной  $\ell$  и массой  $m_1$  находится шарик массой  $m_2$ , который можно принять за материальную точку. К стержню прикреплены две пружины одинаковой длины и с одинаковым коэффициентом жёсткости  $k$  на расстоянии  $h$  от его верхнего конца. Противоположные концы пружин закреплены. Найти циклическую частоту  $\omega$  и период  $T_0$  малых свободных колебаний маятника.



## Классическая электродинамика Проверочная работа

1. Уравнение Максвелла в дифференциальной форме, описывающее факт отсутствия в природе свободных магнитных зарядов.
2. Уравнение Максвелла в дифференциальной форме, обобщающее закон Кулона.
3. Уравнение Максвелла в дифференциальной форме, обобщающее закон Био-Савара-Лапласа.
4. Уравнение Максвелла в дифференциальной форме, обобщающее закон электромагнитной индукции Фарадея.
5. Уравнение Максвелла №1 в интегральной форме и его физический смысл.

## Контрольная работа

1. Внутри пустого цилиндра создано однородное переменное магнитное поле  $B(t)$ , направленное параллельно оси цилиндра. Найти ускорение покоящегося заряда  $q$ , находящегося на расстоянии  $r$  от оси цилиндра.
2. Частица с массой  $m$  и зарядом  $+e$  движется перпендикулярно однородному постоянному магнитному полю  $B$ . Найти закон убывания кинетической энергии частицы со временем вследствие дипольного излучения.

## Квантовая механика Вариант самостоятельной работы

1. Вычислите поправку первого порядка к уровням энергии частицы в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме шириной  $l$  при наличии возмущения

$$W(x) = 0 \text{ при } 0 < x < l/2 \quad \text{и} \quad W(x) = U_0 \text{ при } l/2 < x < l.$$

2. Вычислите поправку первого порядка малости к невозмущенным уровням энергии и к волновым функциям электрона в центрально-симметричном поле при включении однородного магнитного поля  $\vec{H}$ , направленного вдоль оси  $z$ .
3. В чём заключается физический смысл поправки второго порядка малости к невозмущённым уровням энергии? Что такое виртуальные квантовые переходы? Что происходит с энергией основного состояния во втором порядке теории возмущений?
4. Вычислить силы Ван-дер-Ваальса на основе второго порядка теории возмущений. Какова природа этих сил?
5. Линейный гармонический осциллятор с зарядом  $e$  помещен в однородное электрическое поле напряженностью  $E$ , направленное вдоль оси колебаний. Рассматривая действие электрического поля как возмущение, найти поправки **первого и второго порядка** к энергии осциллятора. Что происходит с уровнями энергии осциллятора при включении внешнего электрического поля? Нарисуйте график зависимости энергии осциллятора от напряженности  $E$  электрического поля. Покажите, что внешнее электрическое поле может «подавить» нулевые колебания осциллятора. При каком поле это возможно?
6. Чем обусловлено уширение линий в спектрах испускания атомов? Рассмотрите этот вопрос в рамках теории квантовых переходов, покажите, что полученный результат согласуется с соотношением неопределённостей для энергии и времени.
7. При рассмотрении водородоподобных атомов обычно считается, что электрон находится в кулоновском поле атомного ядра. При этом не учитывается отличие поля от кулоновского в области самого ядра. Найти поправку **первого** порядка к основному уровню энергии, обусловленную конечными размерами ядра, считая ядро равномерно заряженным шариком радиуса  $r_0 \approx 10^{-12} \text{ см}$ . Радиус первой боровской орбиты  $a \approx 10^{-8} \text{ см}$ . В качестве оператора возмущения принять

$$\hat{W} = \begin{cases} -\frac{Ze^2}{r_0} \left( \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \frac{r^2}{r_0^2} \right) + \frac{Ze^2}{r}, & r \leq r_0 \\ 0 \text{ при } r > r_0. \end{cases}$$

Волновая функция основного состояния имеет вид:

$$\Psi_0 = 2 \sqrt{\frac{Z^3}{a^3}} e^{-\frac{Zr}{a\sqrt{4\pi}}}.$$

Оцените относительный сдвиг основного уровня энергии  $\frac{E^{(1)}}{E_1^{(0)}}$  при  $Z \sim 100$ .

8. Получите формулу Борна для вероятности упругих столкновений, а затем на её основе – формулу Резерфорда для дифференциального эффективного сечения рассеяния.
9. Атом водорода находится в однородном электрическом поле с напряжённостью  $E$ , направленной вдоль оси  $Z$ . Найти расщепление уровня энергии, характеризующегося главным квантовым числом  $n = 2$  (эффект Штарка).
10. Атом водорода, находящийся в состоянии  $2 p$ , помещен в полость с равновесным излучением.
- а) При какой температуре вероятности спонтанного и вынужденного излучения будут одинаковыми?
- б) Вычислите отнесённую к единице времени вероятность спонтанного перехода  $2p \rightarrow 1s$  и время жизни в состоянии  $2p$  для атома водорода.

### Контрольная работа

- Частица массой  $m$  находится в бесконечной одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $l$  в состоянии, которое описывается волновой функцией  $\psi(x)=Ax(l-x)$ . Нормировать функцию и найти вероятность обнаружения частицы в основном состоянии.
- На примере основного состояния показать, что у линейного гармонического осциллятора средняя кинетическая энергия равна средней потенциальной энергии.
- Частица массой  $m$  и с энергией  $E$  падает слева на потенциальный  $U(x) = \{0, x < 0; U_0, x \geq 0\}$ .

Найти вероятность отражения частицы от барьера в случаях a)  $E > U_0$ , b)  $E < U_0$ .

### Статистическая физика и термодинамика

### Контрольная работа

- Электрон атома водорода в невозбужденном состоянии находится на расстоянии от г до  $(r+dr)$  от ядра с вероятностью  $dW(r) = 4 \pi^3 r^2 \exp(-2r/a) dr$ , где  $a$  – радиус первой боровской орбиты. Найти среднее расстояние электрона от атома.
- Написать уравнения Гамильтона, найти фазовую траекторию и закон движения по ней для частицы массой  $m$ , движущейся вертикально в поле силы тяжести и упруго отражающейся от горизонтальной поверхности внизу.

### Физика твёрдого тела

### Контрольная работа

- Для кристалла стронция  
а) нарисуйте схему образования возможных энергетических зон;  
б) определите число состояний в каждой зоне;  
в) определите степень заполнения электронами каждой зоны;  
г) установите тип электропроводности этого кристалла с точки зрения зонной теории.
- В случае квадратичного изотропного закона дисперсии определите для кристалла натрия, при какой энергии поверхность Ферми коснётся границ первой зоны Бриллюэна. Какова плотность состояний на поверхности Ферми для этого металла? Эффективную массу принять равной массе свободного электрона. Параметр кристаллической решётки  $a = 4.24 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ , концентрация электронов равна  $2.65 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ .
- Найти лондоновскую глубину проникновения магнитного поля в сверхпроводник для цинка. Каков её физический смысл?
- По медной проволоке с площадью поперечного сечения  $S = 0.02 \text{ см}^2$  проходит ток 20 А. Оцените скорость дрейфа электронов в электрическом поле и сравните её со скоростью электронов на поверхности Ферми. Считать, что эффективная масса равна массе свободного электрона.
- Оценить величину энергии обменного взаимодействия электронов соседних узлов кристаллической решётки для никеля, если температура Кюри составляет 631 К.

### Физика ядра и элементарных частиц

### Коллоквиум

1. Назовите фермионы, входящие в «Стандартную модель» (СМ) и укажите их свойства.
2. В каких взаимодействиях участвуют кварки, заряженные лептоны, нейтрино?
3. Назовите частицы-переносчики для сильного, слабого и электромагнитного взаимодействий. Укажите их свойства.
4. Какие группы симметрии описывают сильное, слабое и электромагнитное взаимодействия?
5. Что такое спонтанное нарушение симметрии (механизм Хиггса)?

### Вариант самостоятельной работы

1. Построить таблицу характеристик трёх кварков:

Таблица 1 – Характеристики кварков  $u, d, s$

Кварк	Символ	Q	B	J	$\lambda_p$	T	$T_3$	S	Y
Верхний (up)	$u$								
Нижний (down)	$d$								
Странный (strange)	$s$								

2. Построить аналогичную таблицу характеристик трёх антикварков  $(\tilde{u}, \tilde{d}, \tilde{s})$ , учитывая, что при переходе от частиц к античастицам меняются знаки электрического заряда  $Q$ , барионного заряда  $B$ , третьей проекции изотопического спина  $T_3$ , странности  $S$ , гиперзаряда  $Y$ .
3. Построить весовую диаграмму для кварков  $u, d, s$  в координатах  $(T_3, Y)$ .
4. Построить весовую диаграмму для трёх соответствующих антикварков.
5. Показать, что члены октета барионов со спином 1/2 имеют следующий кварковый состав:

Таблица 2 – Кварковый состав октета барионов со спином 1/2

Частица	p	n	$\Lambda^0$	$\Sigma^+$	$\Sigma^0$	$\Sigma^-$	$\Xi^-$	$\Xi^0$
Кварковый состав	uud	udd	uds	uus	uds	dds	dss	uss

6. Согласно мезонной теории ядерных сил (Х. Юкава, 1935 г.) ядерное взаимодействие обусловлено обменом нуклонов виртуальными пионами.

Возможны 4 типа обмена:

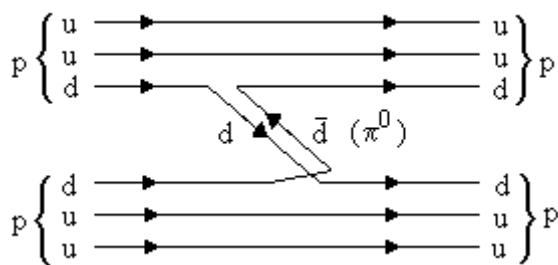
$$p \leftrightarrow p + \pi^0, \quad (1)$$

$$n \leftrightarrow n + \pi^0, \quad (2)$$

$$p \leftrightarrow n + \pi^+, \quad (3)$$

$$n \leftrightarrow p + \pi^-. \quad (4)$$

В процессах (1) и (2) зарядовое состояние нуклона не меняется, в процессах (3) и (4) протон переходит в нейтронное состояние и обратно. Под наблюдаемым нуклоном понимается



некий затравочный нуклон, окружённый пионным облаком. Образно говоря, «голый нуклон одевается в пионную шубу». Дать объяснение квarkовых диаграмм (рис. 1), иллюстрирующих две возможности реализации процесса (1)

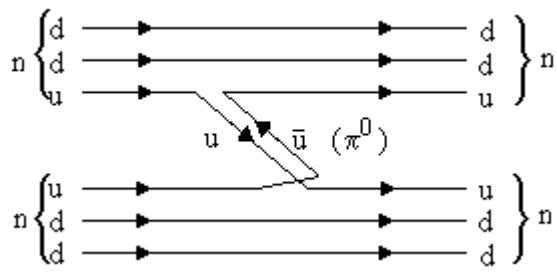


Рис. 1. Обмен протонов виртуальным  $\pi^0$ -мезоном

7. Дать объяснение квarkовых диаграмм (рис. 2), иллюстрирующих две возможности реализации процесса (2).

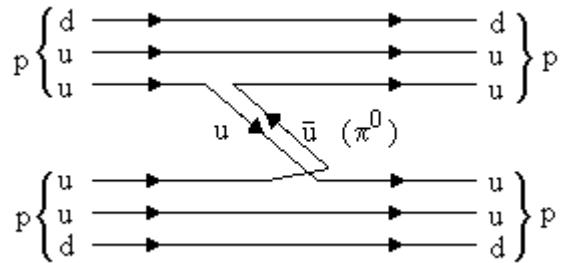


Рис. 2. Обмен нейтронов виртуальным  $\pi^0$ -

мезоном

8. Построить и объяснить квакровые диаграммы, иллюстрирующие взаимопревращения протона и нейтрона (3) и (4).
9. Исходя из законов сохранения электрического заряда  $Q$ , барионного заряда  $B$ , странности  $S$  и проекции изоспина  $T_3$ , определить частицы  $X$ , образующиеся в реакциях сильного взаимодействия:

$$\pi^- + p \rightarrow K^- + p + X, \quad (5)$$

$$p + \bar{p} \rightarrow \Xi^- + \pi^+ + X. \quad (6)$$

10. Установить, какие каналы распада запрещены и по какой причине:

1)  $\Xi^- \rightarrow p + 2\pi^-$ ; 2)  $\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$ ; 3)  $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$ .

### Контрольная работа

1. Используя обобщенную формулу Гелл-Манна-Нишиджимы, определить электрический заряд кварка  $b$ .

2. Определить изотопический спин, его третью проекцию, странность, гиперзаряд и кварковый состав  $\Delta^0$  - резонанса.

3. Учитывая кварковую структуру  $\Sigma^-$  - гиперона и нейтрона, построить диаграмму распада  $\Sigma^- \rightarrow n + e^- + \tilde{\nu}_e$  и определить тип промежуточного векторного бозона, участвующего в этой реакции.

4. Определить тип переносчика, его цвет и электрический заряд, осуществляющего переход от электронного нейтрино к электрону согласно теории великого объединения фундаментальных взаимодействий.

#### 4.1.3 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с локальным нормативным актом в ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ».

##### 1. Семестр и форма аттестации

5,6,7,8, 9,10 семестры,

5 семестр – классическая механика (зачет);

6 семестр – классическая электродинамика (зачет с оценкой);

7 семестр – квантовая механика (зачет с оценкой);

8 семестр – статистическая физика (экзамен);

9 семестр – физика твердого тела (зачет);

10 семестр – физика ядра и элементарных частиц (зачет).

##### 2. Перечень вопросов к зачету

###### Классическая механика (5 семестр)

1. Принцип относительности. Описание состояния механической системы. Принцип причинности.

2. Масса. Сила. Принцип независимости действия сил. Законы Ньютона. Основная задача динамики частицы.

3. Импульс частицы. Теорема об изменении импульса частиц

4. Момент импульса частицы. Теорема об изменении момента импульса частицы.

5. Кинетическая энергия частицы. Работа, мощность. Теорема об изменении кинетической энергии частицы.

6. Потенциальная сила. Потенциальная энергия. Теорема об изменении потенциальной энергии. Теорема об изменении полной механической энергии частицы.
7. Внешние и внутренние силы. Теорема о движении центра инерции.
8. Импульс системы частиц. Теорема об изменении импульса системы частиц.
9. Момент импульса системы частиц. Теорема об изменении момента импульса системы частиц. Преобразование момента импульса системы частиц.
10. Кинетическая энергия системы частиц. Теорема об изменении кинетической энергии системы частиц. Теорема Кенига.
11. Потенциальная энергия системы частиц. Собственная энергия системы частиц. Закон сохранения механической энергии системы частиц.
12. Задача двух тел. Движение частицы в центрально-симметричном поле. Эффективный потенциал.
13. Задача Кеплера. Рассеяние частиц.
14. Механическая система с наложенными на нее связями. Классификация связей. Общая задача динамики для системы частиц со связями.
15. Обобщенные координаты и обобщенные силы.
16. Функция Лагранжа
17. Вывод уравнения Лагранжа из принципа экстремального действия.
18. Кинетическая энергия. Ее выражение через обобщенные координаты и скорости. Принцип экстремального действия.
19. Описание состояния механической системы в механике Гамильтона. Фазовое пространство.
20. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона.
21. Скобки Пуассона. Законы сохранения в механике Лагранжа и Гамильтона.

### **Перечень вопросов к зачету с оценкой**

#### **Классическая электродинамика (6 семестр)**

1. Уравнения Максвелла в вакууме. Опытные обоснования.
2. Электрический заряд, его свойства. Объемная и поверхностная плотности заряда. Вектор плотности тока. Закон сохранения заряда в интегральной и дифференциальной форме.
3. Уравнения электростатики в вакууме в дифференциальной и интегральной формах. Скалярный потенциал электрического поля, его свойства. Уравнение Пуассона.
4. Электростатическое поле точечного заряда, вывод закона Кулона из уравнений электростатики. Потенциал точечного заряда и системы объемных и поверхностных зарядов.
5. Мультипольное разложение скалярного потенциала. Дипольный момент, его свойства. Потенциал и электрическое поле диполя.
6. Вектор поляризации. Потенциал поляризованного тела. Поверхностная и объемная плотности

поляризационных зарядов.

7. Усреднение микрополей для случая электростатики. Свободные и поляризационные заряды. Вывод уравнений электростатики в веществе. Вектор электрической индукции. Диэлектрическая проницаемость вещества.
8. Вывод выражения для энергии электрического поля в диэлектрике.
9. Стационарный электрический ток. Линейные цепи. Закон Ома и в интегральной и дифференциальной формах. ЭДС.
10. Уравнения магнитостатики в вакууме в дифференциальной и интегральной формах. Векторный потенциал, условия калибровки. Уравнение для векторного потенциала. Векторный потенциал объемных токов и поверхностных токов.
11. Вывод закона Био-Савара-Лапласа.
12. Мультипольное разложение векторного потенциала. Магнитный момент контура с током, его векторный потенциал.
13. Вектор намагниченности. Векторный потенциал намагниченного тела. Объемные и поверхностные токи намагничения (без вывода).
14. Усреднение микрополей для случая магнитостатики. Ток свободных зарядов и ток намагничения. Уравнения магнитостатики в веществе. Вектор  $\mathbf{H}$ . Магнитная проницаемость вещества.
15. Закон электромагнитной индукции Фарадея.
16. Усреднение микрополей в общем случае. Уравнение Лоренца-Максвелла.
17. Вывод выражения для энергии магнитного поля в веществе
18. Гипотеза Максвелла о токе смещения. Система уравнений Максвелла в веществе в дифференциальной и интегральной формах.
19. Теорема Пойнтинга. Вектор Пойнтинга.
20. Потенциалы  $\mathbf{A}$  и  $\phi$  электромагнитного поля, калибровочные преобразования. Связь потенциалов с полями, калибровочная инвариантность полей.
21. Уравнения Даламбера для потенциалов. Калибровочные условия Лоренца. Волновое уравнение.
22. Плоские волны. Поперечность плоской электромагнитной волны.
23. Запаздывающие потенциалы.
24. Электромагнитное поле системы зарядов в дипольном приближении в волновой зоне. Интенсивность излучения в дипольном приближении.

**Перечень вопросов к зачету с оценкой**

**Квантовая механика (7 семестр)**

1. Принцип суперпозиции. Вектор состояния. Динамические переменные квантовой механики и самосопряжённые операторы.
2. Собственные значения и собственные функции самосопряженных операторов. Возможные значения наблюдаемых и их вероятность, среднее значение наблюдаемых.
3. Условия совместной измеримости динамических переменных. Полный набор динамических переменных.
4. Волновая функция. Операторы координат и импульса. Собственные функции оператора импульса. Операторы орбитального момента, их собственные функции и значения.
5. Уравнение Шрёдингера. Изменение во времени средних значений наблюдаемых. Законы сохранения и их связь со свойствами симметрии пространства-времени и внешнего поля.
6. Стационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния, их свойства.
7. Общие свойства одномерного движения микрочастицы. Задача о частице в потенциальной яме. Туннельный эффект.
8. Энергетический спектр квантового гармонического осциллятора.
9. Общие свойства движения в центрально-симметричном поле, законы сохранения. Собственные значения и собственные функции оператора орбитального момента. Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода, его энергетический спектр. Стационарные состояния атома водорода и их описание с помощью квантовых чисел.
10. Операторы спина. Волновая функция электрона с учетом спина.
11. Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы, принцип Паули для фермионов. Связь спина со статистикой.
12. Атом гелия. Синглетные и триплетные состояния атома гелия. Обменная энергия.
13. Классификация состояний электронов в атоме. Периодическая система элементов.
14. Многоэлектронный атомы и молекулы.

### **Перечень вопросов к экзамену**

#### **Статистическая физика и термодинамика (8 семестр)**

1. Макроскопическая система. Динамический и статистический методы в физике.
2. Макроскопическая система. Фазовое пространство.
3. Микросостояния квантовой и классической макросистем. Статистический ансамбль и статистическое распределение. Макросостояния.
4. Фазовое пространство. Статистический ансамбль и статистическое распределение. Макросостояния.
5. Термодинамические величины как средние по ансамблю и как средние по времени. Принцип микроскопической обратимости и необратимость процессов в макромире.
6. Статистическая природа необратимости. Статистическое равновесие.

7. Первое начало термодинамики. Химический потенциал.
8. Второе начало термодинамики. Обобщенная формулировка второго начала термодинамики.
9. Теорема Карно.
10. Температура. Абсолютный нуль. Отрицательная (абсолютная) температура.
11. Термодинамические потенциалы. Метод термодинамических потенциалов. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов.
12. Третье начало термодинамики.
13. Принцип равновероятности (микроканоническое распределение).
14. Энтропия в квантовой и классической теориях. Закон возрастания энтропии (в замкнутых системах).
15. Распределение Гиббса (каноническое распределение). Статистическая сумма и статистический интеграл. Их связь со свободной энергией.
16. Закон равнораспределения кинетической энергии по степеням свободы.
17. Распределение Максвелла.
18. Распределение Больцмана для молекул идеального газа.
19. Классическая теория теплоемкостей идеального газа и кристаллов и ее трудности.
20. Квантовый подход к проблеме теплоемкости кристаллов.
21. Квантовый подход к проблеме теплоемкости. Теплоемкость двухатомных газов.
22. Локальное термодинамическое равновесие и обобщенная формулировка второго начала термодинамики.
23. Большое каноническое распределение.
24. Химический потенциал. Основные термодинамические соотношения для систем с переменным числом частиц.
25. Распределение Бозе-Эйнштейна.
26. Распределение Ферми-Дирака.
27. Распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Критерий вырождения.
28. Свободные электроны в металлах как вырожденный Ферми-газ.
29. Равновесное тепловое излучение как фотонный газ.
30. Сверхтекучесть.
31. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.
32. Понятие о фазовых переходах второго рода. Соотношения Эренфеста.
33. Кривая равновесия фаз. Критическая точка.
34. Вероятность флуктуаций для системы в термостате. Формула Эйнштейна
35. Броуновское движение.
36. Явления переноса. Связь (термодинамических) сил и потоков.

37. Кинетические коэффициенты и соотношения взаимности Онсагера.

38. Понятие о диссипативных структурах и самоорганизации.

### **Перечень вопросов к зачету**

#### **Физика твердого тела (9 семестр)**

1. Кристаллические и аморфные вещества. Кристаллизация и стеклование.
2. Эмпирическая классификация твердых тел. Связь типа кристаллической решетки с симметрией межатомного взаимодействия. Модельные потенциалы.
3. Вывод закона Гука для однородной деформации. Напряжения и деформации как тензоры второго ранга, обобщенный закон Гука.
4. Модель идеального кристалла. Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия кристаллов.
5. Элементарная ячейка. Простая и сложная решетки. Примеры.
6. Индексы Миллера.
7. Обратная решетка, ее свойства. Зоны Бриллюэна.
8. Теорема Блоха. Граничные условия Борна-Кармана.
9. Дифракция рентгеновских лучей на идеальной кристаллической решетке. Вывод формулы Вульфа-Брэгга.
10. Формулировка Лауз дифракции рентгеновских лучей на кристалле.
11. Дефекты кристаллической решетки и связанные с ними свойства твердых тел. Ваканции, дислокации, границы зерен поликристаллов, трещины.
12. Краевая и винтовая дислокации, вектор Бюргерса.
13. Дислокации и рост кристаллов. Источник Франка-Рида.
14. Дислокации, их роль в пластической деформации кристаллов.
15. Динамика одномерного кристалла (простая решетка). Акустическая и оптическая ветви дисперсии для одномерной сложной решетки.
16. Квантование колебаний решетки, фононы. Метод квазичастиц.
17. Решеточная теплоемкость твердых тел, классическая теория и теория Эйнштейна.
18. Теория теплоемкости Дебая.
19. Ангармонические эффекты. Тепловое расширение. Решеточная теплопроводность.
20. Электрон в периодическом поле кристаллической решетки. Приближения сильной и слабой связи. Зонная теория.
21. Электроны в металлах, поверхность Ферми.
22. Динамика электрона в кристалле. Метод эффективной массы. Дырочные состояния. Электрон в кристалле как квазичастица.

23. Электро- и теплопроводность металлов в приближении времени релаксации. Закон Видемана-Франца.
24. Собственная проводимость полупроводников.
25. Статистика носителей в полупроводниках Положение уровня Ферми в собственных полупроводниках.
26. Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках.
27. Вырожденные полупроводники. Закон действующих масс.
28. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.
29. Механизмы поляризации диэлектриков. Сегнетоэлектрики.
30. Квантовая природа магнетизма. Виды магнитной упорядоченности. Магноны.
31. Пара- и диамагнетизм твердых тел. Формула Ланжевена и температура Кюри.
32. Ферромагнетики. Внутреннее поле Вейсса.
33. Ферримагнетики. Антиферромагнетики. Температура Неэля.
34. Сверхпроводимость, основные экспериментальные данные, элементы микроскопической теории.

#### **Перечень вопросов к зачету**

#### **Физика ядра и элементарных частиц (10 семестр)**

1. Открытие атомного ядра. Состав атомного ядра.
2. Открытие нейтрона. Протон - нейтронная модель атомного ядра.
3. Свойства свободного протона и свободного нейтрона.
4. Фундаментальные взаимодействия.
5. Соотношение между числом протонов и числом нейтронов в стабильных ядрах.
6. Размеры атомных ядер. Объем атомного ядра. Концентрация нуклонов и плотность ядерного вещества.
7. Энергия связи атомного ядра Удельная энергия связи атомных ядер.
8. Полуэмпирическая формула для энергии связи атомного ядра (формула Вейцзеккера).
9. Обоснование эмпирического соотношения между числом протонов и числом нейтронов в стабильных ядрах с помощью формулы Вейцзеккера.
10. Магические числа.
11. Спин и магнитный момент атомного ядра.
12. Электрические моменты атомных ядер.
13. Модель ядерных оболочек.
14. Свойства ядерных сил.
15. Мезоны. Понятие о мезонной теории ядерных сил.
16. Закон радиоактивного распада.

17.  $\alpha$  - распад и его теория.
18.  $\beta$  - распад и его теория.
19. Нейтрино и антинейтрино. Виды нейтрино.
20. Несохранение пространственной четности при слабом взаимодействии. Комбинированная четность.
21.  $\gamma$  - излучение атомных ядер.
22. Ядерная изомерия.
23. Элементарная теория деления ядра.
24. Энергетический барьер для деления атомного ядра.
25. Спонтанное деление ядра.
26. Вынужденное деление атомных ядер под действием нейтронов.
27. Явления, сопутствующие делению ядра.
28. Цепная реакция деления ядер.
29. Реакторы на быстрых нейтронах. Бридеры. Воспроизводство ядерного горючего.
30. Реакции синтеза ядер.
31. Управляемый термоядерный синтез. Критерий Лоусона.
32. Проблема холодного синтеза атомных ядер.
33. Классификация элементарных частиц.
34. Барионный заряд. Странность. Гиперзаряд. Соотношения Гелл-Манна-Нишиджимы.
35. Кварки.
36. Электрослабое взаимодействие. Промежуточные векторные бозоны.
37. Великое объединение фундаментальных взаимодействий. Стандартная модель.

#### **4.2 Описание уровней и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

<b>Код компетенции, код индикаторов компетенции</b>					
<b>УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3)</b>					
<b>ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3)</b>					
<b>Уровни освоения компетенции</b>	<b>Содержательное описание уровня</b>	<b>Основные признаки выделения уровня (критерии оценки сформированности)</b>	<b>Пятибалльная шкала (академическая) оценка</b>	<b>% освоения (рейтинговая оценка)*</b>	
Высокий (продвинутый)	Творческая деятельность	Обучающийся готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи в	Отлично	зачтено	86-100

		предметной области дисциплины		
Средний (оптимальный)	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, с большей степенью самостоятельности и инициативы	Обучающийся готов самостоятельно решать различные стандартные профессиональные задачи в предметной области	Хорошо	61-85
Пороговый	Репродуктивная деятельность	Обучающийся способен решать необходимый минимум стандартных профессиональных задач в предметной области дисциплины	Удовлетворительно	41-60
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	Неудовлетворительно / не засчитано	40 и ниже	

#### 4.3 Примерные критерии оценивания ответа студентов на зачете и экзамене

Оценка промежуточной аттестации	по	Характеристика уровня освоения дисциплины
«зачтено» / «отлично»		Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на итоговом уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в

		ситуациях повышенной сложности.
«зачтено» / «хорошо»		Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на среднем уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются несущественные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
«зачтено» / «удовлетворительно»		Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
«не зачтено» / «неудовлетворительно»		Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже базового, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
«не зачтено» / «неудовлетворительно»		Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

#### 4.4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Код и наименование компетенции, индикаторы достижения компетенции (ИДК)	Уровни освоения компетенций			
	«отлично»	«хорошо»	«удовлетв.»	«неудовл.»
	«зачтено»			«не зачтено»
УК-1 ПК-1 <b>ИДК</b> ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Критерий 1. Основательно знает теоретические основы постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с	Критерий 1. В основном знает теоретические основы постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с	Критерий 1. Знания о теоретических основах и исследовательских задачах в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения)	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют.

	профилем и уровнем обучения)	профилем и уровнем обучения)	носят поверхностный, фрагментарный характер	
	Критерий 2. Владеет навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов.	Критерий 2. В целом владеет навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов.	Критерий 2. навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	
УК-1 ПК-1 <b>ИДК</b> ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Критерий 3. Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования	Критерий 3. В основном способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования	Критерий 3. Способности использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования сформированы удовлетворительно	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют
	Критерий 4. Владеет основными методами доказательства	Критерий 4. В целом владеет основными методами доказательства	Критерий 4. Основными методами доказательства владеет на фрагментарном уровне	
УК-1 ПК-1 <b>ИДК</b> ПК-1.1 ПК-1.2	Критерий 5. Способен выделять структурные элементы,	Критерий 5. В основном способен выделять структурные	Критерий 5. Удовлетворительно способен выделять структурные	Знания отсутствуют. Умения не сформированы.

ПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	Навыки отсутствуют.
	Критерий 6. Владеет навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы.	Критерий 6. В целом владеет навыками формулирован ия задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы татов.	Критерий 6. навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	
УК-1 ПК-1 <b>ИДК</b> ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Критерий 7. Основательно знает основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и умеет соотносить с ее актуальными задачами и методами	Критерий 7. В основном знает основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения)	Критерий 7. Знания о основных этапах развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) носят поверхностный, фрагментарный характер	Знания отсутствуют. Умения не сформирован ы. Навыки отсутствуют.
	Критерий 8. Владеет терминологией, умеет	Критерий 8. В целом владеет терминологией	Критерий 8. Рассуждать, выделить главное, делать	

	рассуждать, выделить главное, делать выводы	, умеет рассуждать, выделить главное, делать выводы	выводы владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	
УК-1 ПК-1 <b>ИДК</b> ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3	Критерий 9. Способен применить знания, умения и навыки в теоретической физике	Критерий 9. В основном способен применить знания, умения и навыки в теоретической физике	Критерий 9. Удовлетворительно способен применить знания, умения и навыки в теоретической физике	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют.
	Критерий 10. Владеет основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач теоретической физики; физической терминологией	Критерий 10. В целом владеет основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач теоретической физики; Физической терминологией ;.	Критерий 10. Основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач теоретической физики; физической терминологией; владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	

## 5 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

1. учебная аудитория для лекционных занятий
2. учебная аудитория для семинарских, практических занятий
3. компьютерный класс – аудитория для самостоятельной работы
4. Лицензионное программное обеспечение:
  - Операционная система Windows 10
  - Microsoft Office Professional Plus
  - Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
- Стандартный Russian Edition
  - Adobe Acrobat Reader DC
  - 7-zip
5. Специализированное оборудование и технические средства обучения
- Проектор
- Компьютер/ноутбук.